

**PENSAMIENTO CRÍTICO EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SECUNDARIA A
PARTIR DEL RAZONAMIENTO INFORMAL: APORTES DEL ABORDAJE DE
CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS**

ELIZABETH CASALLAS RODRÍGUEZ

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
ÉNFASIS EDUCACIÓN EN CIENCIAS
DOCTORADO INTERINSTITUCIONAL EN EDUCACIÓN
Bogotá, Colombia, 2022**

**PENSAMIENTO CRÍTICO EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SECUNDARIA
A PARTIR DEL RAZONAMIENTO INFORMAL: APORTES DEL ABORDAJE DE
CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS**

Elizabeth Casallas Rodríguez

Tesis presentada para optar el título de Doctora en Educación

DIRECTOR:

Dr. LEONARDO FABIO MARTÍNEZ PEREZ

Jurados:

Dr. ROQUE ISMAEL DA COSTA GÜLLICH

Dr. CARLOS JAVIER MOSQUERA SUAREZ

Dr. AWDRY FEISSER MIQUELIN

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
DOCTORADO INTERINSTITUCIONAL EN EDUCACIÓN
ÉNFASIS EDUCACIÓN EN CIENCIAS**

Bogotá, Colombia, 2022

Agradecimientos

La culminación de esta tesis representa un paso más en mi proceso de formación como investigadora en el campo de la enseñanza de las ciencias en el que me acompañaron y orientaron:

El doctor Leonardo Fabio Martínez, como mi director de tesis, quien me asesoró durante el desarrollo de la investigación, me motivó a participar en diferentes eventos académicos y orientó en la escritura de artículos publicados en revistas indexadas.

La doctora Nidia Yaneth Torres, quien orientó y acompañó mi segunda pasantía en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Tunja y que muy amablemente acompañó el proceso de validación del instrumento de caracterización de una de las fases de la investigación y que realizó aportes significativos como jurado a mi proyecto de tesis.

Los doctores Carlos Javier Mosquera Suarez y Roque Ismael Da Costa Güllich, por sus valiosos aportes y recomendaciones como jurados al proyecto de investigación.

Mi compañero y amigo Over Rozo por escucharme y animarme constantemente; por compartir experiencias significativas en nuestra labor docente y como padres.

Mi gran amiga y colega Ana María Cárdenas Navas por su incondicional apoyo.

Mis estudiantes, por darme la oportunidad de conocerlos e involucrarlos en el camino de descubrir y fortalecer nuestro pensamiento.

Dedicatoria

A mi amada hija, que soportó con paciencia y comprensión las largas ausencias y que con amor y ternura me alentó en los momentos difíciles de este caminar; a mi madre por su apoyo incondicional, ejemplo y sabiduría; a mis hermanos por su voz de aliento y confianza y a Dios por la fortaleza, esperanza y misericordia que sembró en mi corazón.

Índice de tablas

Tabla 1. Consolidado de artículos y tesis seleccionados por fechas en el contexto Latinoamericano, para PC y para CSC.....	23
Tabla 2. Consolidado de artículos y tesis seleccionados en contexto norteamericano para PC y para CSC	25
Tabla 3. Consolidado de artículos y tesis seleccionados en contexto europeo para PC y para CSC.....	27
Tabla 4. Consolidado general de documentos seleccionados en los contextos latinoamericano (CL), norteamericano (CN) y europeo (CE) para PC.	30
Tabla 5. Consolidado general en los contextos latinoamericano (CL), norteamericano (CN) y europeo (CE) para CSC.	32
Tabla 6. Consolidado general de artículos y tesis seleccionados en los contextos latinoamericano (CL), norteamericano (CN) y europeo (CE) para PC y para CSC.	39
Tabla 7. Características del SARS-CoV-2 como una CSC.	69
Tabla 8. Acción de las hormonas involucradas en la síntesis de leche.	76
Tabla 9. Petición a la FDA y respuesta frente al uso de la hormona recombinante de crecimiento bovino.	82
Tabla 10. Marcas comerciales de la Hormona recombinante de crecimiento bovino.	87
Tabla 11. Características del uso de la hormona rBGH como una CSC.	89
Tabla 12. Definiciones de pensamiento crítico de diferentes teóricos	98
Tabla 13. Diferencias y puntos de encuentro entre razonamiento formal e informal.	109
Tabla 14. Tipos de razonamiento informal.	113
Tabla 15. Análisis estructural del razonamiento para el ejemplo 1	118
Tabla 16. Análisis estructural del razonamiento para el ejemplo 2	120

Tabla 17. Tratamiento de los datos recolectados en los enfoques cualitativo y cuantitativo	139
Tabla 18. Ventajas de la metodología mixta	140
Tabla 19. Actividades desarrolladas durante la investigación para identificar las implicaciones del RI al PC a partir de CSC	146
Tabla 20. Situación de las familias a causa del confinamiento ocasionado por la Covid-19....	149
Tabla 21. Preferencia de los estudiantes por el consumo de leche	150
Tabla 22. Intencionalidad del Cuestionario de indagación	151
Tabla 23. Criterios para evaluar el razonamiento involucrado en el análisis y en la toma de decisiones frente a una CSC	153
Tabla 24. Criterios para identificar HRI al argumentar frente a CSC	154
Tabla 25. Estructura del debate sobre el uso de la Hormona recombinante de crecimiento bovino (rBGH)	160
Tabla 26. Organización y roles para el debate sobre uso de la rBGH	162
Tabla 27. Funcionalidad y bondades de los elementos del Software NVIVO para realizar el ATD.....	164
Tabla 28. Tipos y habilidades de razonamiento informal involucrados al abordar CSC en las clases de ciencias naturales	186
Tabla 29. Presencia de relaciones entre CPC y HRI en los argumentos de los estudiantes frente a CSC	212

Índice de Figuras

Figura 1. Tendencia de publicaciones sobre PC y CSC en el contexto Latinoamericano	24
Figura 2. Tendencia de publicaciones sobre PC y CSC en el contexto norteamericano	26
Figura 3. Tendencia de publicaciones sobre PC y CSC en el contexto europeo	29
Figura 4. Tendencia de investigaciones en las categorías PC y CSC para Europa, Norteamérica y Latinoamérica	31
Figura 5. Relaciones entre PC y CSC en torno a la Educación en Ciencias	48
Figura 6. Situación de casos de contagios de COVID-19 a nivel mundial	68
Figura 7. Casos confirmados para Colombia por departamento y localidades de Bogotá	68
Figura 8. Ubicación taxonómica del virus SARS-CoV-2, causante de la Covid-19	70
Figura 9. Organización estructural del SARS-CoV-2	72
Figura 10. Ciclo de replicación del SARS-CoV-2 en un hospedero humano	73
Figura 11. Representación de la producción de hormona recombinante de crecimiento bovino.....	78
Figura 12. Sitios de aplicación de la hormona recombinante y beneficios de su aplicación.....	79
Figura 13. Puntos de encuentro entre la definición de pensamiento crítico de algunos autores.....	99
Figura 14. Componentes del pensamiento crítico.....	101
Figura 15. Estructura de un argumento propuesta por Toulmin.....	115
Figura 16. Relaciones emergentes entre las competencias de pensamiento crítico y habilidades de razonamiento informal.....	126
Figura 17. Características y categorías de las metodologías cuantitativa y cualitativa	135
Figura 18. Características del pragmatismo	138

Figura 19. Características de los diferentes métodos mixtos	141
Figura 20. Aspectos que hacen del estudio de caso un método de investigación riguroso.....	142
Figura 21. Fases de la investigación	145
Figura 22. Frecuencia de palabras en el corpus del análisis textual de los textos argumentativos producidos por los estudiantes al abordar CSC	167
Figura 23. Mapa ramificado de frecuencia de palabras del corpus del proyecto aportes del RI al PC desde el abordaje de CSC.....	168
Figura 24. Diagrama de análisis de conglomerados. Proyecto aportes del RI al PC desde el abordaje de CSC.....	169
Figura 25. Acciones de pensamiento de los estudiantes al abordar cuestiones sociocientíficas.....	171
Figura 26. Puntos de encuentro entre razonamiento informal y pensamiento crítico	177
Figura 27. Áreas del conocimiento que favorecen el PC.....	182
Figura 28. Situaciones de la cotidianidad de los estudiantes donde han requerido del razonamiento	183
Figura 29. Relaciones entre los elementos del razonamiento de ER en formato de Saiz.....	196
Figura 30. Estructura de razonamiento de ER en el formato de Toulmin	197
Figura 31. Relaciones entre los elementos del razonamiento de SC en formato de Saiz...	199
Figura 32. Estructura de razonamiento de SC en el formato de Toulmin.....	200
Figura 33. Relaciones entre los elementos del razonamiento de DG y NC en formato de Saiz.....	202
Figura 34. Estructura de los razonamientos de NC Y DG en el formato de Toulmin.....	203
Figura 35. Frecuencia de palabras del corpus investigativo.....	205

Figura 36. Árbol de palabras en torno a JCA frente a CSC.....	206
Figura 37. Árbol de palabras en torno a la TDC frente a CSC.....	207
Figura 38. Árbol de palabras en torno al debate sobre el uso de la rBGH como una CSC.	208
Figura 39. Relaciones entre HRI y CPC en los textos argumentativos de los estudiantes ...	210
Figura 40. Relaciones HRI Vs CPC para acción de pensamiento- juzgar la calidad de los argumentos.....	214
Figura 41. Relaciones HRI Vs CPC en los razonamientos de los estudiantes para juzgar la calidad de los argumentos	216
Figura 42. Relaciones HRI Vs CPC para la acción de pensamiento- tomar decisiones	218
Figura 43. Relaciones entre HRI y CPC en la toma de decisiones frente a CSC	220
Figura 44. Relaciones HRI Vs CPC para la acción de pensamiento- Debatir frente a CSC ...	222
Figura 45. Relaciones entre HRI y CPC al debatir sobre CSC	224
Figura 46. Estructura de razonamiento de JP en el formato de Toulmin	229
Figura 47. Relaciones entre los elementos del razonamiento de JP en formato de Saiz ...	230
Figura 48. Puntos de encuentro entre RI, CSC y PC	237

Lista de abreviaturas y siglas

ALTERNACIENCIAS	Alternativas de la Enseñanza de las Ciencias Naturales
APCEIU	Centro de Educación para el Entendimiento Internacional de Asia y el Pacífico de la UNESCO
AR1, AR2	Argumentador 1, Argumentador 2
ARN	Ácido ribonucleico
ATD	Análisis textual discursivo
C1, C2, C3	Conclusión 1, Conclusión 2...
CAC	Codex Alimentarius
CNCA	Comité nacional del Codex Alimentarius
CE	Contexto Europeo
CFR	Council on Foreign Relations (Consejo de Relaciones Exteriores de los Estados Unidos)
CL	Contexto Latinoamericano
CN	Contexto Norteamericano
C&T	Ciencia y Tecnología
CoV	Coronavirus
CRI	Característica de razonamiento informal
CSC	Cuestiones sociocientíficas
CTSA	Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente
CUALI	Cualitativo
CUANTI	Cuantitativo
DB	Debatir
D1, D2...	Dato 1, Dato 2...
DIAC	Diseño anidado o incrustado concurrente de modelo dominante
ECM	Educación Mundial para la Ciudadanía
ESPII	Emergencia en Salud Pública de Importancia Internacional
FDA	Food and Drugs Administration (Administración de alimentos y medicamentos de los Estados Unidos)
FdP	Formación de Profesores

GH	Hormona de crecimiento
GR	Garantías relevantes
HRI	Habilidades de Razonamiento Informal
Huh-7	Línea de células hepáticas humanas que se pueden cultivar in vitro con fines investigativos.
ICTV	Comité Internacional de Taxonomía de Virus
IDCBIS	Instituto de Ciencia, Biotecnología e Innovación en Salud de Bogotá
IGF-1	Factor de crecimiento insulínico tipo 1
JCA	Juzgar la calidad de los argumentos
JECFA	Comité Mixto FAO/OMS de expertos en Aditivos Alimentarios
LRM	Límite Máximo para residuos de medicamentos veterinarios
MERS	Síndrome respiratorio de Oriente Medio
MGIEP	Instituto Mahatma Gandhi de Educación para la Paz y el Desarrollo Sostenible de la UNESCO
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OGMs	Organismos genéticamente modificados
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PC	Pensamiento Crítico
PNDE	Plan Nacional de Desarrollo
R1; R2	Razonador 1, Razonador 2
rBGH	Hormona recombinante de crecimiento Bovino
RI	Razonamiento informal
SARS	Síndrome respiratorio agudo severo
SED	Secretaría de Educación del Distrito
TALIS	(Teaching and Learning International Survey) Estudio Internacional sobre la Enseñanza y el Aprendizaje
TD	Tesis de Doctorado
TDC	Toma de decisiones
TM	Tesis de Maestría

TP	Tesis de Pregrado
TRI	Tipos de Razonamiento Informal
UA	Unidades de análisis
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura
Vero E6	Línea de células epiteliales del riñón de un mono verde africano, que se emplea en cultivos celulares para elaboración de vacunas y estudios científicos a nivel de microbiología, biología celular y molecular.

Tabla de contenido

Resumen	16
Introducción	18
Capítulo 1. Antecedentes sobre Razonamiento Informal, Pensamiento Crítico y Cuestiones Sociocientíficas	22
Delimitación del Problema y preguntas de investigación	52
Objetivos.....	<u>59</u>
Capítulo 2. Las cuestiones Sociocientíficas (CSC) en el Contexto escolar.....	60
Surgimiento de las cuestiones sociocientíficas y sus aportes en la enseñanza de las ciencias	60
Dos Cuestiones Sociocientíficas para Abordar en las Clases de Ciencias Naturales..	65
La Covid-19. Una Cuestión Sociocientífica para Abordar en la Clase de Ciencias Naturales	66
Algunas bases científicas que soportan a la Covid-19 como una CSC	79
La Hormona Recombinante de Crecimiento Bovino (rBGH). Una controversia para debatir en la Clase de Ciencias.....	74
Capítulo 3. Referentes Teóricos sobre Pensamiento Crítico y Razonamiento Informal y sus Relaciones con las Cuestiones Sociocientíficas en las Clases de Ciencias Naturales.....	91
Sobre el Pensamiento Crítico (PC).....	92
Características del Pensamiento Crítico.....	97
Sobre el Razonamiento Informal (RI).....	104
Papel del Razonamiento Informal en el Pensamiento Crítico a partir del Abordaje de Cuestiones Sociocientíficas en la Educación Científica.....	127
Capítulo 4. Metodología de la Investigación.....	134

Enfoque Metodológico.....	134
Estudio de Caso.....	142
Análisis Textual Discursivo.....	143
Descripción de la Población.....	144
Trayectoria de la Investigación.....	145
Diseño de las actividades.....	146
Indagación.....	150
Caracterización del Razonamiento Informal.....	152
Intervención en el Aula.....	155
Sesiones de Encuentros Virtuales.....	155
Descripción de las secuencias Didácticas.....	156
Análisis de Datos.....	163
Capítulo 5. Razonamiento Informal Involucrado al Abordar Cuestiones Sociocientíficas en las Clases de Ciencias Naturales.....	170
Indagación sobre Razonamiento y Pensamiento Crítico.....	172
El Razonamiento Informal en el Abordaje de las Cuestiones Sociocientíficas.....	185
Tipo de Razonamiento Informal Vinculado para Juzgar la Calidad de los Argumentos, Tomar Decisiones y Juzgar la Credibilidad de la Fuente.....	188
Habilidades de Razonamiento Informal Vinculado para Juzgar la Calidad de los Argumentos, Tomar Decisiones y Juzgar la Credibilidad de la Fuente.....	192
Aportes del Razonamiento Informal al Pensamiento Crítico desde el Abordaje de CSC.....	208
Relaciones HRI vs CPC para Juzgar la Calidad de los Argumentos frente a CSC.....	213

Relaciones entre HRI vs CPC para la Toma de Decisiones frente a CSC...	218
Relaciones HRI vs CPC para Debatir frente a CSC.....	222
Capítulo 6. Conclusiones, Limitaciones, Contribuciones y Perspectivas.....	233
Referencias Bibliográficas.....	242
Apéndices.....	267
Apéndice A. Documentos con articulación CSC Y PC en los contextos latinoamericano, norteamericano y europeo	267
Apéndice B. Instrumento utilizado para la fase de indagación sobre razonamiento informal y pensamiento crítico.....	268
Apéndice C. Instrumento de caracterización del PC de los estudiantes.....	271
Apéndice D. Libro de códigos (Nodos/Categorías a priori y emergentes a partir del ATD)	279
Apéndice E. Resultados de la fase de indagación sobre razonamiento y pensamiento crítico	287
Apéndice F. Análisis del Razonamiento Informal Involucrado al Abordar Cuestiones Sociocientíficas en las Clases de Ciencias Naturales	299
Apéndice G. Documentos utilizados para el debate sobre la rBGH.	360
Apéndice H. Argumentación de los estudiantes al debatir frente al uso de la rBGH como una CSC.	364
Apéndice I. Secuencias didácticas implementadas en la intervención en el aula	379

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo **comprender la incidencia del razonamiento informal de estudiantes de educación básica secundaria en su pensamiento crítico a partir de la implementación de secuencias didácticas sobre las controversias existentes en relación a la Covid-19 y al uso de la hormona recombinante de crecimiento bovino (rBGH)**. El estudio correspondió a un enfoque mixto desde el marco de referencia pragmático, dado que su finalidad fue indagar si el razonamiento informal que emplearon los estudiantes frente a una cuestión sociocientífica en las clases de ciencias naturales favoreció o no su pensamiento crítico. Para la construcción de los antecedentes se llevó a cabo un rastreo de las investigaciones realizadas en torno a dos categorías: el pensamiento crítico y las cuestiones sociocientíficas, realizadas en revistas indexadas en los contextos latinoamericano, norteamericano y europeo entre el año 2000 y 2017, además de las tesis de pregrado, maestría y doctorado de las mismas regiones y periodos de tiempo. Se seleccionaron 279 artículos y 30 tesis. Los resultados mostraron que para el pensamiento crítico el mayor número de publicaciones se ubicó en Norteamérica, seguida de Europa y en tercer lugar Latinoamérica; en tanto que para las cuestiones sociocientíficas el mayor número se presentó en Europa, en segundo lugar, Norteamérica y por último Latinoamérica.

De acuerdo los antecedentes y la experiencia de la autora en la enseñanza de las ciencias, la investigación fue motivada por la dificultad que presentaron los estudiantes para: razonar, construir argumentos fundamentados, para tomar decisiones razonadas y para defender su punto de vista en debates frente a problemáticas sociales de su contexto relacionadas con ciencia & tecnología.

Los resultados arrojados por la investigación respecto al aporte del razonamiento informal desde al abordaje de cuestiones sociocientíficas al pensamiento crítico de los estudiantes señalan que el tipo de razonamiento informal que involucraron principalmente al realizar tres

acciones de pensamiento correspondientes a juzgar la calidad de los argumentos, tomar decisiones y debatir frente a cuestiones sociocientíficas correspondió a los razonamientos sociales y ambientales. Mientras que para las habilidades de razonamiento informal para las mismas tres acciones de pensamiento los estudiantes involucraron mayoritariamente las habilidades analíticas y en menor frecuencia las habilidades para juzgar la credibilidad de las fuentes.

En cuanto a las relaciones entre las habilidades de razonamiento informal y las competencias de pensamiento crítico se pudo establecer que las habilidades estuvieron presentes en las cinco competencias propuestas por Torres y Solbes (2012), presentando en las tres acciones de pensamiento una mayor frecuencia de relaciones entre la competencia 3: Estudiar el problema sociocientífico integralmente, con 250 habilidades de razonamiento y la competencia 4: Valorar y elaborar juicios éticos en torno a la CSC con el menor número de habilidades de razonamiento con lo que se pudo establecer que esta competencia de pensamiento es con la que menos cuentan los estudiantes de educación básica al razonar sobre cuestiones sociocientíficas.

En términos generales, los hallazgos indican la necesidad de reforzar las habilidades para juzgar la credibilidad de las fuentes como habilidades transversales que se requieren para potencializar las demás habilidades, de tal manera que se favorezca el razonamiento y por ende el pensamiento crítico de los estudiantes.

Palabras Claves: Pensamiento crítico, cuestiones sociocientíficas, razonamiento informal, educación en ciencias.

Introducción

Una de las principales necesidades que afronta la educación es preparar a los educandos para los desafíos del siglo XXI, desafíos relacionados con el rápido avance de la informatización, las afectaciones derivadas del cambio climático y las consecuencias originadas a partir de las pandemias -como la que estamos afrontando a causa del Sars-CoV 2- entre otros. Para lo que requieren de procesos de razonamiento que favorezcan su argumentación y la toma de decisiones frente a situaciones donde la Ciencia y la Tecnología han venido cobrando protagonismo, impactando el ambiente y la sociedad en los diferentes contextos. Ante este panorama, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) como líder mundial de la educación ha venido promoviendo desde el 2012 la educación para la ciudadanía mundial (ECM) a partir de investigaciones rigurosas con la participación de expertos de distintas regiones del mundo. Así las cosas, en 2019 esta organización crea la Comisión Internacional sobre los futuros de la educación con el objetivo de debatir sobre las formas para replantearse la educación acorde con las necesidades actuales de la humanidad y del planeta (UNESCO, 2021).

De igual manera, el Centro de Educación para la Comprensión Internacional de Asia y el Pacífico -APCEIU¹, por sus siglas en inglés y Mahatma Gandhi Institute of Education for Peace and Sustainable Development – MGIEP², por sus siglas en inglés, al igual que un sinnúmero de investigadores, que desde la enseñanza de las ciencias han venido aportando a uno de los principales objetivos de la ECM y que corresponde a la formación democrática centrada en la

¹. Jun to con GCED Youth Network organizaron el proyecto de dialogo callejero (Street Dialogue Project 2022) creado para generar debate abierto sobre temas globales y locales de diferentes partes del mundo dirigido por líderes jóvenes. En este evento participaron 11 equipos de jóvenes líderes de todo el mundo, que fueron capacitados para que los proyectos que diseñaran permitieran diálogos relevantes y atractivos para los miembros de sus comunidades. Se realizaron dos rondas de diálogos, la primera con relevancia local y la segunda global.

². Es un instituto de investigación de categoría 1 de la UNESCO, Su interés principal es transformar la educación con aprendizaje social y emocional hacia el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

formación ciudadana (Acevedo, 2004). Todas estas iniciativas dan cuenta del compromiso que se ha venido generando desde diferentes entes, pero se deben seguir fomentando desde la escuela como un lugar propicio para hacerlo es un lugar apropiado para hacerlo, desde luego que sin desconocer la responsabilidad de los gobiernos desde el planteamiento de políticas públicas que propendan por una formación ciudadana acorde con las necesidades actuales de los diferentes contextos.

Bajo esta perspectiva, cobra relevancia el razonamiento informal, ya que se emplea en la solución de problemas y en la toma de decisiones en todos los ámbitos en que se desenvuelve un sujeto, es decir contextos cotidianos o profesionales (Galotti, 1989; Perkins, 1989; Miller-Jones, 1991; Voss, Perkins & Segal, 1991); además, aporta fundamentalmente a la elaboración de argumentos intencionados, a la defensa de otros posibles y a evaluarlos conforme a la información con que cuenta, de tal manera que logre llegar a una conclusión (Inch & Wamick, 1998, en Sanz, 2001).

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, la investigación pretendió analizar los aportes del razonamiento informal al pensamiento crítico de estudiantes de educación básica secundaria al abordar las controversias generadas en torno a la Covid – 19 y al uso de la hormona recombinante de crecimiento bovino (rBGH) como cuestiones sociocientíficas (CSC) en las clases de ciencias naturales desde el enfoque CTSA, el cual ha venido siendo una de las principales líneas de investigación en la Enseñanza de las Ciencias.

Para precisar los aportes del razonamiento informal de los estudiantes en su pensamiento crítico a partir del abordaje de cuestiones sociocientíficas se organiza el trabajo por capítulos que se describen a continuación.

El primero, denominado planteamiento del problema y objetivos en el que se abordan los antecedentes relacionados con investigaciones en Enseñanza de las Ciencias referentes al

razonamiento informal, al pensamiento crítico y a las cuestiones sociocientíficas a partir del año 2000 en los contextos latinoamericano, norteamericano y europeo y que han sido publicadas en revistas indexadas. Estos antecedentes propiciaron elementos para fundamentar la formulación y delimitación del problema de investigación. Además, que permitieron establecer que a pesar de existir un número importante de investigaciones que dan cuenta de los aportes de las CSC en los procesos de pensamiento crítico, son pocos los que indagan por estos aportes a partir del razonamiento informal que utilizan los estudiantes cuando abordan cuestiones controvertidas. En este sentido, Deanna Kuhn (1993), afirma que las CSC son una forma adecuada para la práctica del razonamiento informal, ya que abordar este tipo de situaciones implica necesariamente el empleo de este razonamiento.

El capítulo dos presenta la fundamentación teórica de las cuestiones sociocientíficas en el ámbito escolar desde su surgimiento, destacando sus características y bondades en la de la enseñanza de las ciencias naturales y termina presentando los aspectos más relevantes de las dos cuestiones sociocientíficas abordadas durante la investigación.

En el capítulo tres se desarrolla los referentes teóricos del pensamiento crítico y del razonamiento informal necesarios para fundamentar el establecimiento de relaciones entre ellos y que darán cuenta de la necesidad de trabajarlos en la escuela.

El cuarto capítulo describe y desarrolla los aspectos metodológicos de la investigación desde un enfoque mixto con un diseño anidado de modelo dominante (DIAC) propuesto por Hernández- Sampieri, Fernández y Baptista (2008, como se citó en Hernández et al., 2014). En este capítulo se describen las fases de la investigación. Este modelo acoge un conjunto de procesos de carácter sistemático, empírico y crítico de investigación que requieren de la recolección y análisis de datos de carácter tanto cualitativo como cuantitativo de una manera integrada y conjunta.

El capítulo cinco presenta los análisis de los resultados obtenidos en el transcurso de la investigación a partir de los aportes del ATD mediante el Software Nvivo que brindó herramientas dinámicas para la construcción de categorías a priori y emergentes, para analizar dichas categorías, para triangular información que permitió establecer relaciones entre HRI y CPC a la luz de las CSC para identificar el aporte al pensamiento crítico de los estudiantes y finalmente para presentar dichos resultados de una manera agradable.

En el capítulo seis se presentan las conclusiones, limitaciones, contribuciones y perspectivas derivadas del proceso de investigación.

Capítulo 1

Antecedentes sobre el Razonamiento Informal, Pensamiento Crítico y las Cuestiones Sociocientíficas

El propósito del presente capítulo es presentar los resultados de la revisión bibliográfica que se realizó a trabajos de investigación a nivel de pregrado (P), maestría (M) y doctorado (D), relacionados con el razonamiento informal- en adelante (RI)- el pensamiento crítico –en adelante (PC)– y las cuestiones sociocientíficas- en adelante (CSC)- en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales de estudiantes de educación básica secundaria. Estos se constituyen en los antecedentes que fundamentan la formulación y delimitación del problema de investigación. Para facilitar el análisis documental se tuvieron en cuenta las investigaciones realizadas en el ámbito de la enseñanza de las ciencias bajo los siguientes criterios de selección:

1. Publicación en revistas especializadas e indexadas en bases de datos de libre acceso que cuentan con un importante reconocimiento y credibilidad como Latindex, Dialnet, Redalyc, SciElo, Springer, Wiley, DOAJ y Eric, las cuales difunden producción científica con criterios de selección rigurosos;
2. Las relaciones de las palabras: Critical Thinking, Socioscientific Issues, Science Education and Informal reasoning en el título, resumen, las palabras clave y consideraciones finales;
3. Publicación en tres regiones a nivel mundial (Latinoamérica, Norteamérica y Europa);
4. El año de publicación entre el 2000 y 2017.

Los anteriores criterios permitieron la creación de dos categorías en el marco de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en la educación básica secundaria que fundamenta el estudio: el PC y las CSC. Los antecedentes que fundamentan la investigación serán presentados en tres apartados. El primero corresponde al consolidado en cuanto a número de publicaciones en ambas categorías para los tres contextos; el segundo describe los hallazgos en términos de temáticas

que motivaron las investigaciones en cada categoría para los tres contextos y finalmente, el tercero presenta las investigaciones que articulan las dos categorías (PC y CSC) y que se analizan como un elemento que surge de la revisión bibliométrica preliminar.

Número de Publicaciones por Contexto y por Categoría

Contexto Latinoamericano

La tabla 1 muestra las investigaciones que se realizaron en el contexto latinoamericano. Se observa que de los 67 trabajos seleccionados 49 (73%) corresponden a artículos y 18 (27%) a trabajos de grado de pregrado (P) y de maestría (M). Respecto a los artículos publicados sobre el PC, se seleccionaron 22 (33%). La tabla muestra que la tendencia a publicar ha venido en aumento a partir del periodo comprendido entre 2004 y 2008 donde se ubica 1 publicación (1%), que en el periodo de 2009 a 2012 pasa a 6 (9%) y posteriormente a 15 (22%) entre 2013 y 2017. En cuanto a los trabajos de tesis, se seleccionaron 11(17%) de pregrado y maestría, 2 en el periodo 2009–2012 y 9 en el de 2013–2017, indicando una tendencia significativa en los últimos cinco años a investigar sobre el PC de los estudiantes de educación básica secundaria, lo que se puede interpretar como un avance importante para la educación en ciencias.

Tabla 1

Consolidado de artículos y tesis seleccionados en Latinoamérica sobre pensamiento crítico (PC) y cuestiones sociocientíficas (CSC)

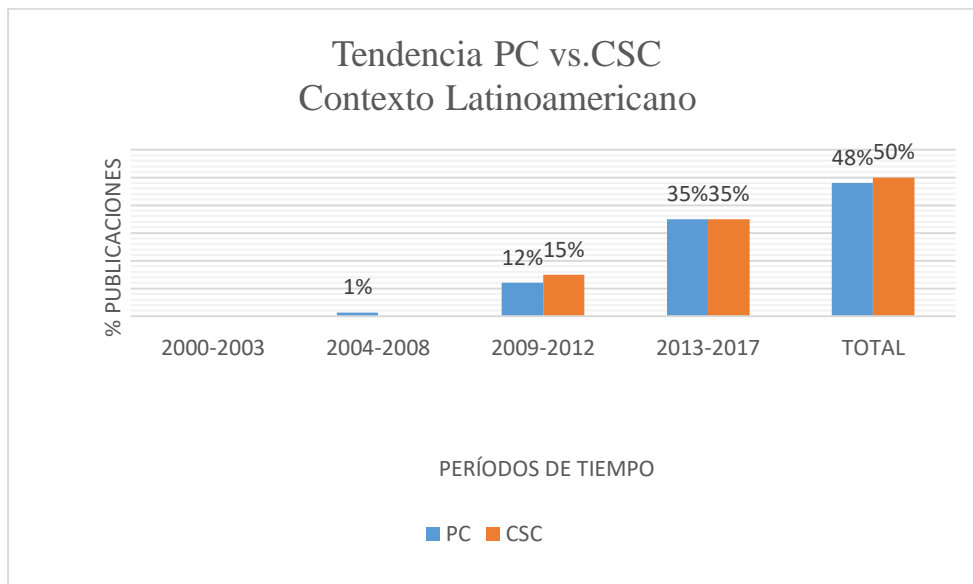
Fechas		2000-2003		2004-2008		2009-2012		2013-2017		Tot. Art		Tot. Tesis	
Categoría.		PC	CSC	PC	CSC	PC	CSC	PC	CSC	PC	CSC	PC	CSC
Artículos				1		6	8	15	19	22	27		
Investigaciones	Pregrado					1	0	4	3			5	3
	Maestría					1	2	5	2			6	4
	Doctorado												
Total, Parcial				1		8	10	24	24	22	27	11	7
Total, general										49		18	
													67

Fuente: Elaboración propia

Para la segunda categoría correspondiente a CSC, se seleccionaron 27 artículos (40%). Los resultados de dicha muestra muestran mayor número de publicaciones de artículos distribuidos de la siguiente manera: en el período 2009 a 2012 se encontraron 8 publicaciones (12%), porcentaje que fue ampliamente superado en el periodo de 2013 a 2017 con 19 (28%). Con lo anterior se ratifica la preocupación en Latinoamérica por abordar, desde la escuela, asuntos relacionados con las afectaciones de la ciencia y la tecnología en los contextos donde se desenvuelven los estudiantes, para lo que requieren estar bien alfabetizados, como se ha señalado en diferentes estudios. En cuanto al número de tesis, 7 realizadas en el periodo 2009- 2012 y 5 en el último periodo, se muestra una tendencia menor respecto al PC; sin embargo, este valor es muy significativo y da cuenta del interés de los investigadores de la región por indagar sobre aspectos de CTSA durante los últimos cinco años (figura 1).

Figura 1

Tendencia de publicaciones sobre PC y CSC en el contexto latinoamericano



Fuente: Elaboración propia.

La figura 1 permite comparar el número de publicaciones para las dos categorías, allí se pudo observar que en los últimos cinco años ambas han incrementado significativamente, lo que se pueden interpretar como un aumento en el interés de investigación en los dos aspectos centrales del presente trabajo.

Contexto Norteamericano

Para este contexto se seleccionaron 119 documentos, como se indica en la tabla 2. De estos, 114 (96%) corresponden a artículos publicados y 5 (4%) a trabajos de tesis doctoral.

Tabla 2

Consolidado de artículos y tesis seleccionados en Norteamérica sobre pensamiento crítico (PC) y cuestiones sociocientíficas (CSC)

Fechas		2000-2003		2004-2008		2009-2012		2013-2017		Tot. Art		Tot. Tesis		
Categoría.		PC	CSC	PC	CSC	PC	CSC	PC	CSC	PC	CSC	PC	CSC	
Artículos		5	7	3	13	13	21	32	20	53	61			
Investigaciones	Pregrado													
	Maestría													
	Doctorado					1	4					4	1	
Total, parcial		5	7	3	13	13	22	36	20	53	61	4	1	
Total, general											114	5		
											119			

Fuente: Elaboración propia

Los artículos publicados en torno al desarrollo del PC durante el primer periodo (2000-2003) son 5 que corresponden al 4%, número que baja en dos unidades en el periodo 2004-2008, es decir a 3, y que corresponde al 2%. Sin embargo, para el tercer periodo (2009-2012) la cantidad pasa a 13 publicaciones, que equivalen al 11%. En el último periodo este número aumenta pasando de 13 a 32 publicaciones, que corresponden al 27% y 4 tesis (3%). El aumento significativo en el número de publicaciones del último periodo y los trabajos de grado indican mayor interés por

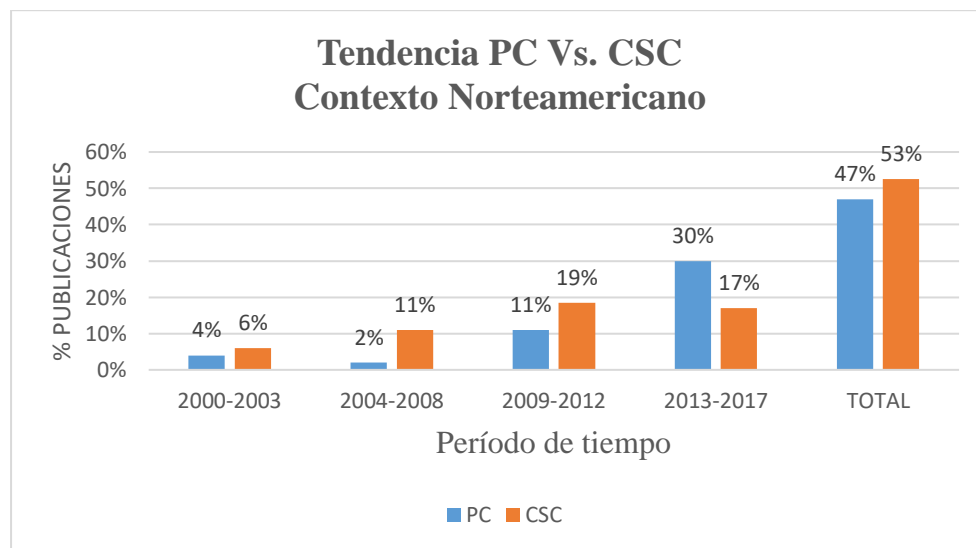
investigar y publicar sobre el desarrollo del PC, mostrando una necesidad de asumir este desafío desde la escuela.

Para la segunda categoría correspondiente a CSC, en el primer periodo (2000-2003) se registran 7 artículos publicados, que equivalen al 6 %, los cuales aumentan notablemente para el periodo 2004-2008 con 13, que equivalen al 11%. Para el periodo 2009-2012 esta tendencia sigue en aumento con 21 publicaciones que representan el 18% de las publicaciones totales. Este número se mantiene casi igual para el último periodo, que muestra 20 publicaciones, es decir un descenso al 17% en los últimos cinco años. Con relación a tesis, solo se registra 1 en el periodo 2009- 2012.

A partir de esta revisión se pudo realizar un comparativo para determinar cuál ha sido el interés investigativo en ambas categorías (figura 2)

Figura 2

Tendencia de publicaciones sobre PC y CSC en el contexto norteamericano



Fuente: Elaboración propia

Al comparar el número de publicaciones para ambas categorías como muestra la figura 2, se puede observar que el interés para el desarrollo del PC ha venido aumentando de manera

importante desde al año 2009, alcanzando mayor tendencia en los últimos 5 años (periodo en el cual se incrementó en un 17%) pasando del 11% al 28%. Por otro lado, la categoría CSC presentó un descenso de 2% en el mismo periodo de tiempo. Los resultados permiten interpretar que a nivel general en esta región en el rango de tiempo seleccionado se presentó un mayor interés en el contexto norteamericano por investigar en el campo CSC, sin embargo, en los últimos cinco años, predomina el interés por la categoría PC.

Es imperioso aclarar que en este contexto 4 de las 5 tesis seleccionadas abordaban conjuntamente estas dos categorías, pero se establece mayor fundamentación desde el PC, razón por la cual se clasificaron en dicha categoría.

Contexto Europeo

En este contexto se seleccionaron 123 documentos, distribuidos como se indica en la tabla 3.

Tabla 3

Consolidado de artículos y tesis seleccionados en Europa sobre pensamiento PC y CSC

Fechas		2000-2003		2004-2008		2009-2012		2013-2017		Tot. Art		Tot. Tesis	
Categoría.		PC	CSC	PC	CSC	PC	CSC	PC	CSC	PC	CSC	PC	CSC
Artículos		1		7	17	9	25	22	35	39	77		
Investigaciones	Pregrado												
	Maestría												
	Doctorado				1	2		3	1			5	2
Total, parcial		1		7	18	11	25	25	36	39	77		
Total, general										116	7		
											123		

Fuente: Elaboración propia

La tabla 3 muestra que, de los 123 documentos seleccionados, 116 (94%) corresponden a artículos y 7 (6%) a tesis de doctorado. Para categoría de PC se registra en total 39 artículos, de los cuales 1(1%) está publicado en el primer período (2000-2003). El número de registros se aumenta

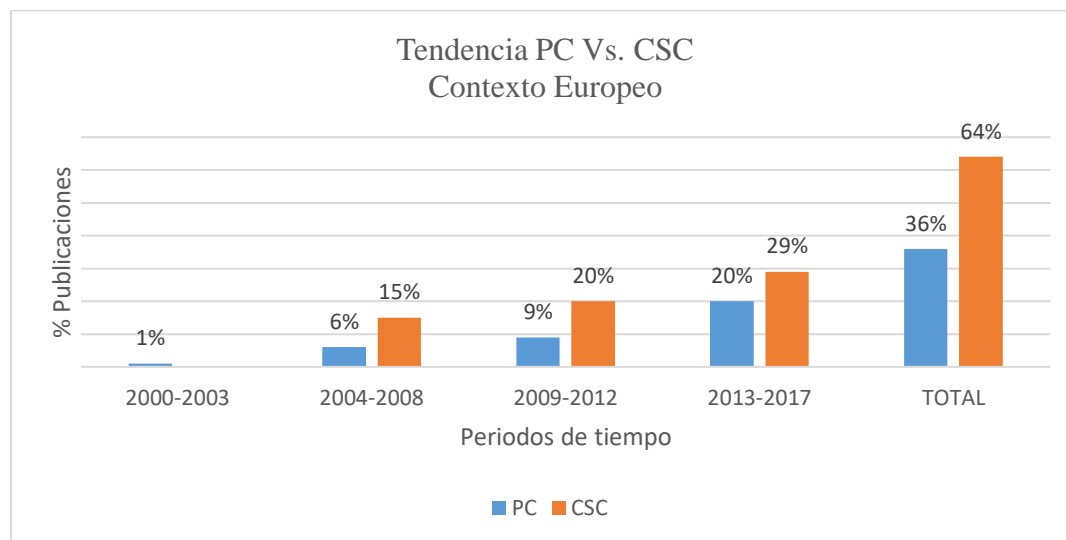
a 7(6%) en el período 2004-2008 y nuevamente a 9 (7%) en el período 2009-2012. Finalmente, para el último período (2013-2017) este número incrementa considerablemente a 22, equivalente al 20%, lo que indica mayor tendencia por publicar en este campo durante los últimos cinco años. En cuanto a las tesis, se seleccionaron 5 a nivel de doctorado, de las cuales, dos corresponden al período 2009-2012 y 3 al del 2013-2017, lo que se puede interpretar de dos maneras: aún no hay suficiente interés por investigar sobre esta categoría o las publicaciones no se están haciendo en revistas de fácil acceso.

Para la segunda categoría (CSC) se registran 77 artículos (63%) que revelan que el número de publicaciones en este campo ha venido en aumento. Partiendo en el período 2004-2008 se registran 17 publicaciones (14%), el número sube durante 2009-2012 a 25 (20%), y para el período 2013-2017 el registro llega a 35 publicaciones que representan el 28% de las publicaciones totales para esta categoría. Estos valores dan cuenta del interés de los investigadores por indagar y publicar en esta categoría. Respecto a las tesis, solo se seleccionaron 2, ambas a nivel de doctorado.

Comparando el número de publicaciones y tesis de ambas categorías (figura 3), para este contexto, se observa que la tendencia de las publicaciones para las CSC respecto al PC ha venido siendo ampliamente superada a partir del período 2004-2008, donde la diferencia entre ambas es del 9% y para el periodo 2009-2012 del 13%, diferencia de porcentaje que disminuyó a un 9% en los últimos 5 años, donde la diferencia es del 11%. Lo anterior permite concluir que, a pesar de que el interés por investigar en el campo del PC se ha venido incrementando, la principal preocupación por investigar en la enseñanza de las ciencias en este contexto se ubica en las CSC durante todos los períodos consultados en la presente investigación.

Figura 3

Tendencia de publicaciones sobre PC y CSC en el contexto europeo



Fuente: Elaboración propia.

La tabla 3 y la gráfica 4 muestran la tendencia de los trabajos de investigación relacionados con el desarrollo del PC y con las CSC en las tres regiones: el contexto europeo presenta el mayor número de publicaciones, seguido del norteamericano y en tercer lugar el latinoamericano. Las investigaciones correspondientes a las CSC han estado presentes en mayor cantidad en las tres regiones, más que las de PC, lo que indica el interés creciente por asumir nuevas estrategias que favorezcan la alfabetización científica de los educandos y que los prepare para la participación activa y fundamentada en la sociedad. Este objetivo, como ya se ha mencionado en el presente documento, es una de las principales preocupaciones de la enseñanza de las ciencias y se ha manifestado en diferentes investigaciones respondiendo de esta manera a objetivos propuestos por la Educación para la Ciudadanía Mundial (UNESCO, 2016).

Tabla 4

Consolidado general de documentos seleccionados en los contextos latinoamericano (L), norteamericano (N) y europeo (E) para PC y para CSC

Región	PC	CSC	Totales
Latinoamérica	33	34	67
Norteamérica	57	62	119
Europa	44	79	123
Total	134	175	309

Fuente: Elaboración propia

Respecto a las investigaciones sobre el desarrollo del PC, la figura 4 muestra que este interés está más presente en Norteamérica, lo cual permite reafirmar lo que expresan Saiz y Rivas (2008), en cuanto al especial interés que está cobrando este tema, principalmente en Estados Unidos, donde se ha creado una comisión de expertos para estudiar el futuro de la educación superior. Respaldados en el pensamiento de que los ciudadanos con responsabilidades en el futuro de la sociedad (en especial los que serán dirigentes), el comité sugiere que los estudiantes universitarios requieren de un adecuado y suficiente desarrollo de sus habilidades argumentativas para tomar decisiones adecuadas y el uso de pruebas de PC.

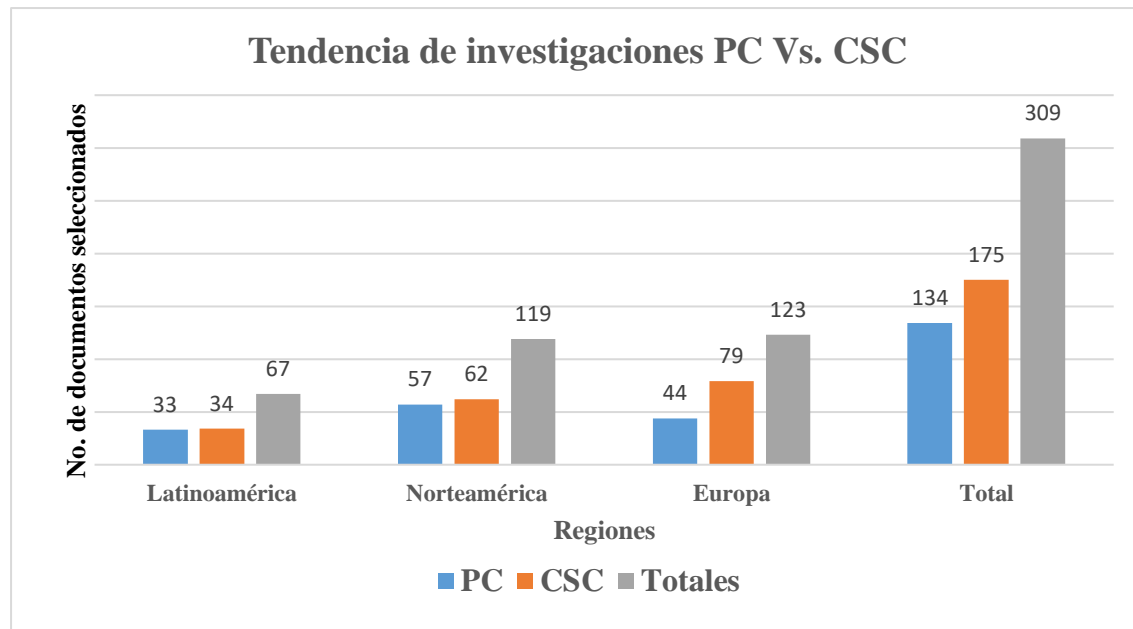
En segundo lugar, este interés se identificó en Europa y en tercer lugar en Latinoamérica, cabe destacar que –a pesar de encontrarse en la última posición– se ha venido incrementando el número de investigaciones en este campo en países como Brasil y Colombia.

Con respecto a los valores de las publicaciones de PC y CSC en conjunto, resulta interesante observar que se mantuvieron muy similares en los contextos latinoamericano y norteamericano, mientras que para el europeo la diferencia es muy significativa. Esto se puede interpretar de diferentes formas: hay poco énfasis en las investigaciones que dan cuenta del desarrollo del

pensamiento; si las hay no se están publicando en fuentes académicas de libre acceso o no se están publicando en fuentes académicas.

Figura 4

Tendencia de investigaciones en las categorías PC y CSC para Europa, Norteamérica y Latinoamérica



Fuente: Elaboración propia

Tanto el PC como las CSC son dos líneas de investigación que se han convertido en principales objetivos de la educación científica y cada vez cobran mayor interés para los investigadores. Lo anterior gracias a sus bondades en el ámbito de la enseñanza de las ciencias, tanto en la formación de profesores, como en los procesos de aprendizaje y del desarrollo del PC de los estudiantes de todos los niveles de formación (Quintero, 2010; Martínez, 2014). Esto de tal manera que investigadores como Conrado y Neto (2018); Strieder et al., 2017; Nurkan et al., 2016; Aytan (2016); Mustafa et al., 2014; Martínez y Villamizar (Comp) (2014) Solbes (2013); Solbes (2012); Santos y Auler (org) (2011); Jiménez-Aleixandre (2010); Sadler (2004); entre otros, han

consolidado y analizado los trabajos en dichos campos resaltando su importancia y la necesidad de continuar investigando.

Interés Investigativo del PC y de las CSC en los Contextos Latinoamericano, Norteamericano y Europeo

Para la descripción de antecedentes sobre PC se seleccionaron 114 artículos publicados y 20 tesis en tres contextos geográficos, como se indica en la tabla 5. Los registros muestran una mayor tendencia en el contexto norteamericano con 57 documentos –que equivalen al 42%–, seguido por el europeo con 44 –que representan el 33%–y en último lugar el contexto latinoamericano con 33 documentos –que equivalen al 25%–.

Tabla 5

Consolidado de artículos y tesis seleccionados en lo contextos latinoamericano (L), norteamericano (N) y europeo (E) para PC

Documentos	2000-2003			2004-2008			2009-2012			2013-2017			Totales			Tot. Contexto
	L	N	E	L	N	E	L	N	E	L	N	E	L	N	E	
Artículos	5	1	1	3	7	6	13	9	15	32	22	22	53	39	114	
Tesis						2	2	2	9	4	3	11	4	5	20	
Total												33	57	44	134	

Fuente: Elaboración propia.

Los trabajos seleccionados se analizaron de acuerdo con las relaciones entre Critical Thinking and Science Education (PC y Enseñanza de las Ciencias). Las publicaciones que entraban en esta subcategoría se realizaron desde tres tópicos, siendo el primero las investigaciones relacionadas con la fundamentación teórica que explica estas relaciones. A continuación, se describen a groso modo algunas de ellas, indicando su interés investigativo.

Sánchez (2002) investigó sobre las variables que intervienen en la construcción y aplicación del modelo de desarrollo intelectual y de aprendizaje basado en procesos. Esto le permitió

identificar sus componentes e interrelaciones y así elaborar definiciones operacionales que permiten aplicar y evaluar el modelo en ambientes reales de enseñanza y aprendizaje. Además, facilitó el proceso de análisis del papel de la investigación en el diseño y aplicación de proyectos para el desarrollo de habilidades de pensamiento y permitió proponer una vinculación entre el desarrollo de habilidades de pensamiento y el proceso de investigación. Esto proponiendo dicho proceso como un conjunto de actividades indispensables e interdependientes a nivel empresarial y universitario aplicadas en colegios de educación básica donde los alumnos de primaria y secundaria reciben dos horas semanales de clase de pensamiento a partir de 4º grado.

Valenzuela, et al., 2014, en primer lugar, contrastan dos perspectivas teóricas como marco explicativo de las habilidades de PC: las disposiciones y las motivaciones. En segundo lugar, evalúan la conveniencia de optar por una de las dos como el marco más pertinente para dar cuenta de estas habilidades del pensamiento a partir no solo en su fortaleza teórica, sino también de su capacidad predictiva. En su investigación llegan a la conclusión de que analizar la activación de las habilidades de PC desde la fundamentación teórica de la motivación además de ofrecer ventajas teóricas y prácticas, apoya la idea de que esta perspectiva (motivación) sería un marco teórico más adecuado para el análisis del factor motivacional del PC que la perspectiva tradicional de las disposiciones.

Por su parte, Santos (2017) realiza una revisión teórica que pretende dar respuesta a algunas preguntas sobre el papel del PC en las ciencias naturales a partir de aspectos como: definición, importancia o relevancia y fomento en la educación en ciencias naturales, la situación en el aula y el currículo. Los hallazgos permiten explicar la relevancia y la estrecha relación que hay entre PC y las ciencias naturales. El estudio logra identificar problemas como su implementación del PC en las clases de ciencias y la falta de claridad en la aplicación de técnicas para su desarrollo. También se identificaron estrategias prácticas relacionadas con este pensamiento que se pueden aplicar en

las clases de ciencias naturales con el objetivo de mejorar los resultados de la educación y la disposición de los estudiantes en dicho campo de conocimiento.

El segundo tópico corresponde a investigaciones que buscan caracterizar el PC con el impacto de las disposiciones y actitudes de los estudiantes y/o de los profesores en el desarrollo de este. A continuación, se describen algunas de estas investigaciones:

Beltrán y Torres (2009) determinan mediante la aplicación del Test HCTAES, propuesto por Halpern, el estado inicial de las habilidades que permiten el desarrollo del PC en 60 estudiantes de grado undécimo en un colegio Distrital de Bogotá. Se determinó que poseen un nivel bajo en sus habilidades de PC, obteniendo un valor entre el 40% y el 60% en todas ellas (el Test mide comprobación de hipótesis, razonamiento verbal, análisis de argumentos, probabilidad e incertidumbre, toma de decisiones y resolución de problemas).

En su trabajo de maestría Anganoy, et al., 2017, muestran los resultados de la caracterización de las habilidades de PC y las relaciones que encontraron entre estos y el desempeño académico de 75 estudiantes de grado décimo en las áreas de ciencias naturales y matemáticas. Como instrumentos se emplearon la prueba de HAPE-ITH, para identificar las dimensiones de pensamiento, y la prueba PENCRISAL, para evaluar cinco habilidades de PC. Los resultados muestran que este pensamiento se encuentra en un nivel básico y el desarrollo de habilidades de pensamiento –razonamiento y toma de decisiones– en un nivel bajo. Lo anterior incide de manera directa en desempeños básicos tanto en las pruebas internas como externas y por esto los investigadores sugieren la adopción de programas de intervención transversal que permitan potencializar las habilidades de PC.

Causado et al. (2015) realizan una investigación que busca describir cómo se desarrolla el PC de 12 estudiantes de grado noveno a undécimo y de 2 profesores en el área de ciencias naturales de una institución oficial de educación secundaria colombiana. Los investigadores emplean una

entrevista semiestructurada con preguntas abiertas, encontrando en los resultados que tanto docentes como estudiantes se encuentran en niveles bajos de PC (retado y principiante) debido a que se enfrentan a problemas que muchas veces son incapaces de expresar. Además de este hallazgo, los investigadores pudieron demostrar con su indagación que en la institución existe el compromiso con el desarrollo de los procesos de PC, pero que no se cuenta con programas educativos que respondan a esta necesidad y por tanto las prácticas educativas encaminadas a este objetivo no se encuentran generalizadas entre los docentes.

Por otro lado, Molina, et al. (2016) por medio de entrevistas semiestructuradas y un auto reporte con escala de Likert realizan una caracterización a estudiantes de educación secundaria en México quienes son considerados con dominio de la competencia transversal del desarrollo del PC. Los resultados encontrados muestran que estos estudiantes tienen habilidades para la resolución de problemas, la emisión de juicios y disposición hacia el PC.

Azizmalayery, et al., (2012) indagaron sobre el impacto de los métodos de investigación guiada en la enseñanza del PC de 190 estudiantes de secundaria. Los investigadores compararon el pensamiento de 95 hombres y 95 mujeres de la población seleccionada empleando la prueba Watson-Glaser en dos subgrupos, uno experimental y un control. Los investigadores manejaron dos hipótesis: 1. Hay una diferencia significativa entre las habilidades de PC en la investigación guiada y los grupos tradicionales. 2. Hay una diferencia significativa entre el PC de estudiantes masculinos y femeninos de secundaria. El análisis de los resultados les permitió concluir que hay una influencia significativa del método de indagación guiada sobre el PC entre el grupo experimental y el grupo control, resultados que fueron contrastados con trabajos de otros investigadores; en cuanto a las diferencias de PC entre hombres y mujeres, encontraron que estas no fueron significativas en los puntajes totales, pero si en sub escalas de conclusión e

interpretación, donde las mujeres del grupo experimental se destacaron en la discusión en grupos colaborativos.

En donde sí se encontró que la disposición frente al PC está relacionada con el tipo de escuela, el nivel científico y el género fue en el estudio de Ben-Chaim, Ron y Zoller (2000). Estos evaluaron la disposición de estudiantes de ciencias de undécimo grado empleando el Inventario de Disposición de PC de California (CCTDI) y la encontraron relacionada con los mencionados aspectos.

Por la misma línea, Sánchez en el año 2015 indagó sobre las percepciones, los elementos y los factores que influyen en el desarrollo del PC de las estudiantes de secundaria en una institución educativa de Perú. Para su investigación adaptó un instrumento a partir del propuesto por Paul y Elder (2003). Como resultado encontró que las estudiantes tienen una percepción positiva del desarrollo de su pensamiento y que el factor que lo afecta es el rendimiento académico, porque ellas demuestran los ocho elementos del desarrollo del PC propuestos por Paul y Elder (2003).

Jaimes y Ossa (2016) miden el impacto de un programa de PC en estudiantes de secundaria de una institución de educación chilena aplicando un pre y un postest mediante el HCTAES de Halpern a un grupo control y a uno experimental. Los resultados muestran que en la medición pretest no se presentaron diferencias significativas entre los dos grupos, pero que en la evaluación postest se mostraron resultados significativos para el grupo experimental, encontrándose diferencias importantes a nivel estadístico. Los autores concluyen que el programa tiene impacto en el PC.

En cuanto a la intervención del profesor, para la educación en ciencias este es un aspecto muy importante del desarrollo del PC. Por esto, Solbes y Torres (2012), hacen un análisis de las concepciones de un grupo de profesores en formación y en ejercicio sobre este pensamiento y su implementación en la enseñanza de las ciencias. En su indagación encuentran que el 84% de los

docentes en ejercicio consultados manifiestan que, aunque son conscientes de su relevancia, este no es abordado en el ámbito educativo, entre otras razones, por la falta de competencia de los docentes, las estructuras de las instituciones educativas y la falta de dinamismo por parte de los estudiantes.

El tercer tópico recoge los trabajos encaminados a proponer estrategias que favorezcan el desarrollo del PC y su relación con la argumentación. Por ejemplo, Campaner y De Longy (2007), proponen como estrategia el juego de roles enfocado desde la Educación Ambiental para mejorar la calidad de las producciones argumentativas en estudiantes de Ciencias Naturales de sexto año de nivel medio frente a algunas problemáticas socioambientales actuales –la alimentación transgénica, el uso de pesticidas químicos, la instalación de centrales nucleares, entre otras–. Los resultados obtenidos evidencian una mejora importante en cuanto a complejidad, coherencia y nivel persuasivo de los textos argumentativos producidos por los participantes, con relación a los obtenidos en un grupo base, al que no se le aplicó la estrategia.

Suleiman (2013) indaga sobre los efectos del programa Intel en el desarrollo del PC de dos grupos de estudiantes de noveno grado (uno experimental con 77 estudiantes de ambos géneros, enseñado por Intel Package y el de control con 79 estudiantes enseñado por el método tradicional de Turquía). Los resultados encontrados dan cuenta de la eficacia del programa en el desarrollo de las habilidades de PC y, además, ratifica los hallazgos de otros investigadores –como Deanna Kuhn (1991); Azizmalayery, et al. (2012); Molina et al. (2016)– respecto al hecho de que no hay diferencias (por lo menos significativas) en el desarrollo de este pensamiento entre hombres y mujeres.

Yigal y Tager (2014) exploran la incidencia del uso de mapas conceptuales basados en la evidencia (ECCM) vs el uso de blog de notas en línea en dos grupos de estudiantes de 14 años de Estados Unidos, Reino Unido, Singapur y Sudáfrica. En ambos casos se emplearon recursos de

información similares, y se concluyó que los estudiantes que usaron los mapas conceptuales para organizar la información mostraron mayores habilidades de PC que el grupo que empleó un blog de notas.

Acosta (2016) en su trabajo de maestría investiga sobre la influencia de un programa de intervención cognitivo en el desarrollo de habilidades de PC de estudiantes de grado 8° y 9° de educación secundaria a partir de la enseñanza de la bioquímica. Los resultados obtenidos le permitieron concluir que el programa de intervención potenció el desarrollo de habilidades de PC. Esto ratificando los hallazgos de Halpern en el 2003 respecto a que los mencionados programas favorecen el desarrollo de habilidades de este tipo de pensamiento en los estudiantes además de fortalecer la motivación.

García (2017) emplea rutinas de pensamiento, rúbricas de valoración y unidades de comprensión para favorecer la formación de habilidades como el PC, el trabajo en equipo, la creatividad, la autorregulación y la toma de decisiones. Trabajó con grupos de 40 estudiantes de ciencias naturales y educación ambiental que cursan grado sexto y octavo en un colegio público de Colombia. El análisis de los resultados estableció que el PC es la habilidad en la que mayor dificultad encuentran los estudiantes. Los de grado octavo se destacan por: explicar las situaciones propuestas en los hilos conductores, diseñar soluciones y, en algunos casos, trasladar esas soluciones a otros contextos. Por su parte, los de grado sexto son capaces de reconocer las situaciones problémicas propuestas, muestran motivación al construir explicaciones a situaciones cercanas, pero se les dificulta diferenciar la información relevante de la irrelevante, encontrar los conceptos e ideas claves y establecer conexiones en la relación de mapas y esquemas.

Moreira et al. (2016) analizaron la utilización del debate desde la perspectiva lógica informal para favorecer el desarrollo de la argumentación de estudiantes de tercer año de educación secundaria en las clases de ciencias. Para esto emplearon la lectura de textos de divulgación

científica. Los resultados les permitió evidenciar avances significativos en la elaboración de los argumentos de los estudiantes para defender sus puntos de vista, además de las ventajas de adoptar en la escuela el debate como un género discursivo.

Con relación a los trabajos sobre cuestiones sociocientíficas se seleccionaron 154 artículos y 10 tesis. La tabla 6, muestra la distribución de estos documentos para los tres contextos: para el europeo se seleccionaron 79 que corresponden al 45%; para el norteamericano 62, que representan el 35%, y para el contexto latinoamericano 34 documentos, equivalentes al 20% del total de documentos seleccionados para esta categoría. Estos hallazgos muestran una mayor tendencia en el contexto europeo, seguida del norteamericano y, por último, el latinoamericano. Lo anterior que sugiere que para esta categoría se evidencia mayor interés investigativo (por lo menos por publicaciones) en el contexto europeo; sin embargo, el número de publicaciones en el contexto latinoamericano ha venido incrementándose significativamente en las dos últimas décadas, dando cuenta de la preocupación por mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Tabla 6

Consolidado general de artículos y tesis seleccionados en los contextos latinoamericano (L), norteamericano (N) y europeo (E) para CSC

Documentos.	2000-2003			2004-2008			2009-2012			2013-2017			Totales			Tot. Contexto
	L	N	E	L	N	E	L	N	E	L	N	E	L	N	E	
Artículos	7			13	17		8	21	25	19	20	35	27	61	77	165
Tesis						1	2	1		5		1	7	1	2	10
Total													34	62	79	175

Fuente: Elaboración propia

En las últimas décadas se ha venido impulsando el interés por investigar acerca de la incidencia de las CSC en la enseñanza de las ciencias. De lo anterior dan cuenta los resultados

obtenidos en el rastreo bibliométrico. Los hallazgos en las investigaciones seleccionadas para esta categoría se describen a continuación.

Relaciones entre CSC y Educación en Ciencias.

Los trabajos ubicados en esta subcategoría identifican el interés de los investigadores en dos aspectos. El primero corresponde a estudios teóricos que fundamentan el papel que juegan las CSC en la enseñanza de las ciencias como es el caso de Díaz y Jiménez (2014), quienes sitúan, definen y analizan la situación actual de las CSC en la enseñanza de las ciencias como una herramienta didáctica. Martínez (2014) realiza una revisión de las investigaciones en CTSA destacando la emergencia del abordaje de las CSC como problemática de investigación en este campo. Vilouta et al. (2017) presentan un estudio de caso que busca comprender cómo son entendidas las CSC por un docente y de qué manera las aborda en clase. Para esto, los investigadores indagaron sobre la trayectoria profesional del docente, la imagen que tenía de ciencia, las CSC que identificaba y su práctica en el aula. Como resultados encuentran una tensión entre perspectivas constructivistas y empiro-positivistas de imagen de ciencia que afectan las maneras de entender y tratar las CSC.

El segundo aspecto recoge las investigaciones que proponen el abordaje de las CSC como una estrategia didáctica que busca favorecer los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, alfabetización científica y tecnológica, formación ciudadana, toma de decisiones y desarrollo de la argumentación. Por ejemplo:

Castro y Carrión (2014) proponen un diseño curricular desde el abordaje de CSC en dos instituciones educativas para los grados 4° a 7°, con el objetivo de favorecer la comprensión de problemáticas globales-locales en el estudiantado.

Zangory, et al. (2017) presentan una unidad de currículo basada en modelos sociocientíficos (ciclo del carbono), centrados en cuestiones sociocientíficas, como es el caso del cambio climático.

Los resultados que obtienen sugieren que la inclusión de prácticas de modelado dentro de una unidad curricular que aborda CSC apoyó en los estudiantes de secundaria su comprensión del ciclo del carbono y las interrelaciones que este tiene con el cambio climático.

Por su parte, Arias y Dallagnol (2016) investigaron sobre cómo se materializa las interacciones CTSA en el trabajo con CSC y de qué manera su abordaje en el aula contribuye en la construcción del currículo.

Molano (2014) implementó un trabajo con CSC a partir de una secuencia didáctica en la clase de ciencias para desarrollar la alfabetización científica en torno a la problemática de la contaminación del río Bogotá. Con este trabajo el autor concluye que fomentar la alfabetización científica a partir del abordaje de las CSC transformó no solo la práctica docente, sino también el pensamiento y la generación de conciencia de los estudiantes.

Solbes et al. (2010) determinaron, mediante el análisis de debates realizados con estudiantes de 3° y 4° de la ESO y 1° de bachillerato en torno a cuestiones controvertidas sobre temas CTS, un bajo nivel de argumentación oral: solo uno de cada tres grupos alcanzó el nivel 4 en el método de calidad de las refutaciones; por otra parte, no se identificaron diferencias significativas en las competencias argumentativas de los estudiantes entre los diferentes niveles educativos, lo que puede considerarse como una evidencia de que este aspecto se trabaja poco en las clases de química y física. Otro aspecto para resaltar en los resultados es que observaron cambios favorables en la actitud de los estudiantes hacia las ciencias, especialmente en los más pasivos.

España (2008), en su tesis doctoral, aborda como problema sociocientífico en la clase de ciencias naturales los alimentos modificados genéticamente y la intervención humana sobre los alimentos en general como posibilidades para desarrollar la argumentación en los estudiantes de 14 y 15 años y estudiantes del CAP (estudiantes de licenciatura en Biología y Química). La intervención que realiza se centra en la aplicación de cuestionarios, discusiones en clase, foros de

debate, juego de roles y lectura de documentos relacionados con los alimentos con el objetivo de indagar sobre el contenido de los argumentos que ponen de manifiesto los estudiantes frente a estas cuestiones.

Mesa y Seña (2013) en su trabajo de maestría, analizan y comprenden la argumentación como un proceso discursivo construido por los estudiantes mediante el uso de conocimientos disciplinares, sociopolíticos, éticos y ambientales en torno al concepto “lo vivo” a partir de discusiones (debates) sobre “el maltrato animal” como una CSC. Las autoras afirman que se pudo evidenciar que los discursos presentados por los estudiantes cada vez incluían elementos argumentativos más cualificados y recurrían a diversos saberes para sustentar sus posturas frente al maltrato animal. Concluyen que incluir en las clases de ciencias los debates sobre cuestiones sociocientíficas favorece la construcción social del conocimiento, activan la participación de los estudiantes en procesos epistémicos concretos vinculados con la argumentación, además de fomentar y fortalecer su formación.

Casallas y Martínez (2013) desde una experiencia didáctica que partía de la lectura de documentos y discusiones encaminadas a analizar y discutir sobre las implicaciones sociales, científicas y ambientales de una huerta escolar logran que los estudiantes de séptimo grado de educación secundaria de una institución colombiana, tomen la decisión de participar en la realización de dicho espacio. Lo anterior de forma que lo vieran como una alternativa para abordar la crisis alimentaria que se presentaba en su comunidad.

En general, frente al abordaje de CSC en la didáctica de las ciencias vale la pena resaltar que se está alentando a los profesores en formación para que consideren las CSC complejas, tomen posiciones sobre ellas y desarrollen planes de acción para abordarlas en las clases Bencze, et al. (2009), Lopes y Carvalho (2013).

Articulación del Fortalecimiento del PC con el Abordaje de CSC

Además de la revisión hecha sobre investigaciones acerca del PC y el abordaje de CSC, se exploraron aquellos trabajos que articulan estas dos categorías para los tres contextos (Apéndice A). Algunas de ellas se describen a continuación.

Beltrán (2010) trabajó con estudiantes de grado noveno de una institución oficial colombiana durante un bimestre sobre el análisis conceptual, ético y reflexivo de una cuestión sociocientífica con enfoque CTSA (Experimentación con animales no humanos). Lo anterior motivó a los estudiantes en el aprendizaje de las ciencias y en la mejora las habilidades de PC (razonamiento verbal y análisis de argumentos, toma de decisiones y solución de problemas).

Martínez y Pacheco (2012) realizaron una investigación sobre las contribuciones y las dificultades del abordaje de las CSC en la práctica de profesores de ciencias en servicio, en la que encontraron que abordar las CSC en las clases de ciencias constituye potencial para la toma de decisiones y para el desarrollo del PC en los estudiantes. Además, evidenciaron que para esta aplicación de las CSC se requiere una adecuada planificación de la enseñanza, acciones bien sostenidas y la participación del profesorado.

Carrión y Castro (2012) diseñaron e implementaron una secuencia didáctica con estudiantes de cuarto grado de educación básica, donde abordaron durante un periodo escolar como cuestión sociocientífica el uso de carnes en la producción de hamburguesas desde la temática de la nutrición (tipo de alimentos, dietas, requerimientos alimenticios, enfermedades de nutrición, manipulación de alimentos e implicaciones en la salud). La secuencia buscó el alcance de los siguientes objetivos: motivar a los estudiantes mediante el análisis y discusión de una situación real; favorecer el PC desde el conocimiento escolar construido en el proceso de enseñanza y aprendizaje; aumentar el nivel de argumentación de los estudiantes haciendo uso de la controversia y el fomento del PC.

En tanto que Pelayo y Martínez (2016) analizaron los procesos de argumentación en estudiantes de educación media a partir del abordaje de la automedicación como una CSC. Los resultados encontrados evidencian los bajos niveles de esta habilidad, pero también la posibilidad de fortalecerla a partir de este enfoque.

Otras investigaciones no especifican el papel de las CSC, pero abordan problemáticas ambientales donde se involucra la ciencia y la tecnología –temas que son del interés de las CSC– para favorecer el desarrollo del PC. Este es el caso de Carvajal y Huertas (2009), quienes a partir de llevar al aula cuestiones de interés social, ambiental y económico como es la producción de combustibles alternativos, buscaron fomentar en los estudiantes habilidades de PC.

Por su parte Maloof y Housset (2009) proponen como estrategia el uso del análisis crítico del discurso a partir de la lectura de dos textos relacionados con el derrame de petróleo. Para esto emplean tres etapas: pre-lectura y solución de preguntas para establecer los conocimientos previos, lectura y análisis del discurso mediante la técnica “Appraisal” y, finalmente, proceso de post-lectura en el que los estudiantes sacan conclusiones empleando el sistema de valoración “Appraisal”. Los autores concluyen que mediante esta estrategia se puede brindar a los estudiantes algunas herramientas que les ayudaría a identificar cuando existe un sesgo en una lectura y, en este caso concreto, identificar la intención escondida en el lenguaje empleado por el autor de la lectura. Todo esto traduce a que se favorece el desarrollo del PC.

Finalmente, Murphy et al. (2014) hacen una revisión de prueba e intervenciones de estrategias que promueven el pensamiento analítico crítico en el hogar y en la escuela. A partir de esto sugieren formas de construir ambientes de aprendizaje que favorezcan el desarrollo del pensamiento analítico crítico en los mencionados contextos.

En el ámbito internacional se destaca los aportes de diferentes investigadores, por ejemplo, el trabajo de Blanco et al. (2017) quienes presentan tres ejemplos de estrategias didácticas ya

realizadas que buscan desarrollar el PC en el aula de ciencias a partir del abordaje de problemas de la vida diaria que involucran la salud y los relacionan con las dimensiones del PC que adaptaron de Solbes y Torres (2012). La primera corresponde a anuncios publicitarios donde incluyen elementos sobre el tema específico, propuestos por Belova, et al. (2015); Esquerri y Fernández (2014); McSharry y Jones (2002); Girón et al. (2015); y, algunos artículos del código relativo al uso de la ciencia en los espacios publicitarios.

La segunda estrategia se refiere al tratamiento de la información en internet. Para esta toman en consideración que los procesos de gestión de la información –el tratamiento que se le da a la misma y la evaluación de sus fuentes– hacen parte de la competencia científica y de la digital. Por esto se hace necesario brindar a los estudiantes de herramientas y estrategias que les permitan resolver preguntas científicas empleando información de diferentes fuentes relacionadas con la situación de salud que se les plantea.

La tercera estrategia corresponde a juegos de roles, en la cual se destacan las ventajas educativas que estos ofrecen. Para dicha propuesta se plantea el juego de rol “juicio de alimentos transgénicos” como una actividad dentro de la unidad didáctica desarrollada por España et al. (2004).

Tenreiro y Vieira en su publicación del 2016 muestran los resultados de la investigación donde desarrollaron actividades de aprendizaje de las ciencias desde el enfoque CTS con conexiones con las matemáticas. Esto con el objetivo de potenciar las habilidades de PC de 26 estudiantes con edades promedio de 11 años. Para favorecer la integración curricular, las actividades se plantearon a la luz de los documentos de orientación curricular en los programas y en las metas curriculares vigentes para el sexto año de escolaridad. La propuesta incluyó tres tópicos de ciencias naturales con conexión a las matemáticas: el tópico uno desarrolló actividades en torno a la alimentación y la salud –la conexión con matemáticas correspondió a la representación

y procesamiento de datos–; el segundo tópico planteó actividades relacionadas con la importancia de las plantas, la calidad del aire y la salud –la conexión con las matemáticas también estaba dada en términos de la representación y procesamiento de datos–; en el tópico tres se realizaron actividades relacionadas con la reproducción humana –la conexión con las matemáticas estuvo orientada a secuencias, regularidades y proporcionalidad–. Las producciones escritas y las respuestas dadas por los estudiantes les permitieron a los investigadores evidenciar la movilización de las habilidades de PC. Se concluyó la presencia de una mejora progresiva significativa en el uso de varias de las habilidades de PC de los estudiantes donde destacan las capacidades de: “decidir una acción y argumentar” y “contraargumentar” frente a temas de relevancia social que involucran el conocimiento científico.

Por otra parte, Molinatti et al. (2010), analizan la toma de decisiones y la argumentación de estudiantes de educación secundaria de escuelas francesas de la región de Provenza de las zonas urbanas y rurales –107 niñas y 89 niños con edad promedio de 16,4 años– mediante debates sobre el uso de las células madre embrionarias humanas en investigación y terapia como una CSC. Para esto emplean dos grupos, uno de control y uno experimental. La contextualización consistió en evaluar el contenido y la calidad de la argumentación de los estudiantes en dos situaciones. Una correspondió a los estudiantes del grupo contextualizado, quienes contaron durante la discusión con la presencia de un representante de una asociación de pacientes que padecen una enfermedad neurodegenerativa y un investigador especializado en el tema. Por otro lado, el grupo control solo se pudo beneficiar de un investigador experto en la discusión. Se pudo concluir que poder compartir espacios de debate sobre CSC con investigadores favorece el conocimiento de la ciencia y la naturaleza de la misma, en tanto que reunirse con personas que padecen las enfermedades relacionadas con el tema de discusión les permite realizar conexiones entre la ciencia y su vida cotidiana; sin embargo, los investigadores ponen de manifiesto que para sacar mayor provecho de

estos encuentros, se hace necesario preparar a los estudiantes para poner a los actores y el discurso en perspectiva y evaluar la pluralidad de diversos puntos de vista de una manera crítica adecuada.

Los autores de esta investigación se cuestionan sobre si los profesores franceses de ciencias están capacitados para debatir CSC con sus estudiantes. Manifiestan que la falta de oportunidades de discusión en las aulas de clase y la carencia de habilidades pedagógicas de los maestros en la organización del discurso argumentativo se configuran como impedimentos importantes para el progreso en este campo. Además, manifiestan que las discusiones estructuradas en el aula ayudan a que la participación de sus estudiantes trascienda el aula y favorece su PC sobre afirmaciones científicas generadas por las CSC que los confronta en su cotidianidad.

Finalmente, Solbes (2013) con sus dos escritos intenta justificar que las CSC pueden contribuir al desarrollo del PC de los estudiantes, para lo cual se fundamenta en la didáctica y en la historia de las ciencias. El primer escrito hace referencia a la propuesta de convertir en CSC algunos acontecimientos presentados en la historia de la ciencia que pueden ser empleados en las clases de ciencias. El segundo escrito se centra en presentar diferentes cuestiones sociocientíficas indicando las competencias críticas que se pueden favorecer, cómo se desarrollarían y qué materias involucraría.

A partir de la revisión realizada desde estos dos tópicos se pudo establecer puntos de encuentro (Fig.5) que proporcionan elementos importantes que sirven como punto de partida para establecer estrategias al interior de la escuela, encaminadas a fortalecer el pensamiento crítico de los estudiantes con miras a una educación ciudadana mundial (ECM) como lo ha estado liderando la UNESCO en colaboración con diferentes entidades a nivel mundial y que de acuerdo a los informes que presenta cada dos años, se fijan metas y se presentan orientaciones encaminadas al logro de este objetivo.

Figura 5

Relaciones entre PC y CSC en torno a la Educación en Ciencias



Fuente. Elaboración propia.

Como se observa en la figura 5, los trabajos relacionados con el PC y las CSC en la educación en ciencias muestran que para ambas categorías el interés investigativo se centra en dos aspectos. El primero corresponde a la fundamentación teórica, la cual se realiza desde los aspectos filosóficos, psicológicos y pedagógicos que le dan sustento y rigurosidad. El segundo aspecto hace referencia a las estrategias didácticas con las cuales se busca fortalecer el diseño curricular en ciencias y favorecer en los estudiantes la alfabetización científica, la toma de decisiones, la educación en valores y la argumentación. Todos ellos con un aporte significativo a la formación ciudadana que, como ya se ha expresado en este documento, es una de las principales preocupaciones de la educación en ciencias.

En términos generales, los antecedentes permitieron, en primer lugar, conocer las tendencias de investigación de la enseñanza de las ciencias en los últimos 17 años en torno al PC y las CSC desde diferentes tópicos e identificar los puntos de encuentro donde se establece que:

- Están relacionados con la reflexión, el análisis, la resolución de problemas y la toma de decisiones;

- Favorecen la participación ciudadana y la alfabetización científica;
- Fortalecen los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales (dinamizando los currículos);

- Toman en cuenta el contexto;
- Mejoran las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias; y
- Requieren de la argumentación.

En segundo lugar favorecieron corroborar las afirmaciones de Ratcliffe y Grace (2003) en cuanto a las ventajas de usar las CSC como contexto de aprendizaje para fortalecer las habilidades de PC en los estudiantes mediante tres aspectos: la necesidad que tiene de comprender y describir las situaciones problemáticas que involucran CSC; la formulación que hacen de diversas soluciones para resolver dichas problemáticas y la evaluación de las decisiones preliminares que deben tomar antes de establecer y comunicar una decisión definitiva.

En el análisis de los antecedentes se identificó un aspecto importante que hace referencia a favorecer en los estudiantes de educación secundaria el desarrollo del PC a partir del abordaje de cuestiones sociocientíficas, pero que ha sido poco investigado: el razonamiento informal. Frente a esto, Kuhn D. (1993) señala que las CSC implican necesariamente el uso de este tipo de razonamiento dado que estas son complejas, abiertas y con frecuencia tratan de problemas polémicos sin soluciones predeterminadas.

Por su parte, Sadler (2004) realiza una revisión crítica de investigaciones relacionadas con el razonamiento informal sobre temas socio-científicos de la cual establece cinco categorías: (i) argumentación sociocientífica; (ii) relaciones entre la naturaleza de la ciencias y cuestiones sociocientíficas; (iii) toma de decisiones; (iv) evaluación de la información relacionada con cuestiones sociocientíficas (incluyendo ideas de los estudiantes sobre lo que cuenta como

evidencia); y (v) la influencia de la comprensión conceptual de un individuo sobre su razonamiento informal. El autor concluye que la revisión realizada sugiere que lograr cambios significativos en el razonamiento informal de los estudiantes no es una tarea fácil, pero que abordar las CSC permite mejorarlo.

Yin-Tien Wu y Chin-Chung Tsai (2007) desarrollan un marco analítico integrado para explorar tanto cualitativa como cuantitativamente el razonamiento informal de 71 estudiantes de grado 10 sobre el uso de la energía nuclear. En sus hallazgos se resalta que los estudiantes tendían a procesar el razonamiento desde diversidad de perspectivas y la mayoría estaba dado a tomar decisiones basadas en la evidencia. A pesar de esto, el 40% de los participantes pudieron construir refutaciones en contra y contraargumentos. Otro aspecto que se evidenció en este estudio fue la importancia del conocimiento científico para mejorar el razonamiento informal de los estudiantes y la toma de decisiones sobre temas sociocientíficos.

Salazar et al. (2015) abordan con estudiantes de secundaria en las clases de ciencias la polémica sobre la legalización de la dosis personal como una cuestión controvertida en la sociedad colombiana. A partir de esta analizan sus aportes en el razonamiento ético, moral y en la generación de posturas críticas y responsables frente a la búsqueda de alternativas de solución a la problemática planteada y al fomento de la participación ciudadana. Como resultados encuentran que los estudiantes involucran de manera implícita y directa saberes cotidianos –experiencias de drogadicción cercanas a ellos–. Además, empiezan a utilizar conocimientos académicos tendientes al empleo de herramientas originadas a partir de su experiencia escolar para el reconocimiento, comprensión, análisis y reflexión del tema controvertido abordado. Esto permitió una ampliación de su vocabulario cotidiano y del razonamiento moral convencional (los estudiantes manifiestan acuerdos y expectativas a partir de principios, valores y acuerdos colectivos) evidenciado en su

participación activa que se generaron críticas y posturas en contra de la despenalización, discriminación y regulación de las SPA.

Los trabajos referenciados en las categorías de análisis que se revisaron en los antecedentes de la presente investigación dejaron abierta la invitación para nuevos estudios que respondan a la necesidad de reconceptualizar la educación científica como parte integrante de la cultura general para toda la ciudadanía. Es decir, una cultura científica donde la escuela³ jugará un papel primordial ya que será la responsable de brindar a todos los educandos una formación pertinente para que se apropien de una cultura general, como fundamento de la formación ciudadana, que promueva la oportunidad de activar el pensamiento y la reflexión a la luz de sus contextos (como se manifestó en el Foro CILAC 2016 para Latinoamérica y el Caribe). Esto de tal forma que la visión que se tiene sobre la relación Ciencia–Sociedad se reconstruya de manera que los conocimientos científicos sean de acceso para todos. Lo anterior requiere, por supuesto, que las funciones, los sentidos, los qué y los cómo de la educación científica sean también transformados en pro de favorecer la formación de ciudadanos para que actúen en el siglo XXI. Para lo dicho requerirán, como lo manifiesta Macedo (2016) ser capaces entre otras cosas de:

1. Adaptarse y enfrentarse a situaciones diversas que les ofrece su contexto;
2. Trabajar en equipo;
3. Reconocer, delimitar, y plantear posibles soluciones a problemas;
4. Argumentar y defender sus ideas con fundamentos válidos. Escuchar a otros, comprender que para un mismo problema puede haber más de una mirada y que pueden ser igualmente válidas.

³ La escuela no es el único ámbito, también se requiere la participación de los creadores de las políticas educativas –quienes toman las decisiones, las facultades de educación, los educadores, los científicos, los investigadores y demás actores– que deberán acercarse a los espacios donde se produce el conocimiento científico, pedagógico y didáctico (Macedo, 2016)

Entre otras recomendaciones que hace Macedo (2016) está la utilización de espacios que presenten los conocimientos científicos desde otros abordajes. En este sentido, las investigaciones han mostrado los aportes de las CSC al desarrollo del PC, por tal razón, la propuesta de analizar la incidencia del razonamiento informal de estudiantes de educación básica secundaria a partir de las controversias existentes en relación a la Covid -19 y al uso de la hormona recombinante de crecimiento bovino (rBGH) puede aportar a la transformación que requiere la educación científica.

Delimitación del Problema

La amplia revisión bibliográfica realizada evidencia pocos trabajos y falta de conocimiento sobre el razonamiento informal y su relación con el pensamiento crítico para el abordaje de CSC, lo cual debe atenderse desde la investigación. Además, diariamente a nivel profesional, escolar o en la cotidianidad, nos enfrentamos a situaciones que, para ser superadas, requieren de habilidades y estrategias de razonamiento y resolución de problemas que conducen a tomar decisiones, en la medida de lo posible, acertadas. El razonamiento humano se emplea no solamente en las inferencias intrapsíquicas, sino que también se usa entre otras actividades para convencer a una o varias personas de un punto de vista específico proporcionando razones para ello. En las investigaciones psicológicas actuales este proceso es denominado “argumentación”, se considera un elemento decisorio y una operación central del PC, específicamente del razonamiento, dado que emplea premisas y elabora inferencias (Van Eemeren et al., 1984, en Sanz, 2001).

Estudios tradicionales realizados sobre la manera como el individuo razona dan cuenta del surgimiento de un interés por el estudio del razonamiento y la solución de problemas desde una perspectiva más ecológica (Limón y Carretero, 1997): se trata del razonamiento informal o cotidiano, que para Voss et al. (1991) es:

“El razonamiento que se aplica fuera de los contextos formales de las matemáticas y la lógica simbólica. Implica razonamiento sobre las causas y las consecuencias y sobre las ventajas y

las desventajas o los pros y los contras de determinadas proposiciones o de alternativas sobre las que hay que decidir.” (Voss et al. 1991)

De acuerdo con Limón y Carretero (1995), el concepto razonamiento informal se centra en resaltar dos aspectos fundamentales: el primero la importancia del contenido y el contexto del problema o tarea de razonamiento y el segundo la relevancia de estudiar el razonamiento humano en contextos cotidianos, ya que desde allí se puede priorizar la actuación de los sujetos más que su competencia. En este sentido –y atendiendo las necesidades que demanda la globalización que requieren de ciudadanos preparados para razonar adecuadamente y tomar decisiones frente a sinnúmero de situaciones relacionadas con C&T y su impacto (tanto local como global) en el ambiente y en la sociedad–el razonamiento, además del análisis de alternativas y la argumentación activa, resulta un elemento fundamental para el desarrollo del PC. Por tanto, la falta de este pensamiento se ve reflejada principalmente en el actuar de los ciudadanos que formamos en la escuela, hecho que, conocido como la Educación para la Ciudadanía Mundial (ECM⁴), constituye una de las principales preocupaciones a nivel global

En el marco de la formación ciudadana es necesario que en la sociedad actual se gesten valores como solidaridad, tolerancia, justicia y respeto que, como se ha manifestado en diferentes publicaciones como las realizadas por la UNESCO (2014, 2016) y en encuentros a nivel internacional organizados por esta misma entidad y otras como la APCEIU y la MGIEP (2013), son indispensables en la actualidad. En estos espacios se reconoce el papel de la educación para trascender los conocimientos y las competencias cognitivas en la construcción de valores, competencias sociales y actitudes entre los educandos que facilitan la cooperación internacional y

⁴ La ECM hace referencia al sentido de pertenencia a una comunidad más amplia y a una humanidad común, haciendo énfasis en la interdependencia política, económica social y cultural, así como en las interconexiones entre los niveles local, nacional y mundial (Unesco, 2015. P. 14)

promuevan la transformación social tanto a nivel global como nacional y local (UNESCO, 2016). Lo anterior ha ocasionado que la función y finalidad de la educación se centre en forjar sociedades más justas, pacíficas, inclusivas y tolerantes (UNESCO, 2016); por tal razón, para esta organización, uno de sus principales objetivos educativos para los años (2014-2021) es precisamente la ECM. Esta plantea la manera en que la educación puede desarrollar en los estudiantes todos los elementos mencionados anteriormente que se requieren para aportar a la transformación de sociedades. Todo lo anterior de forma que se reconoce la importancia de la educación para comprender problemas ahora no solo en dimensiones académicas y en las mencionadas sociales sino también en ámbitos de política, economía y ambiente. Por lo anterior, la ECM, busca desarrollar entre otras:

[...] competencias cognoscitivas para pensar de forma crítica, creativa y sistemática, incluyendo la adopción de un enfoque con múltiples perspectivas, que reconoce las diferentes dimensiones, perspectivas y ángulos de los problemas (por ejemplo, competencias de razonamiento y de resolución de problemas sustentadas en un enfoque de múltiples perspectivas) [...] (UNESCO, 2016, p.18)

En el caso particular de la enseñanza de las ciencias, donde se enmarca la presente investigación, una de sus finalidades es contribuir con una formación democrática que centre su atención en el ejercicio de la ciudadanía (Acevedo, 2004.p. 7). Esto de tal forma que se prepare a los educandos para hacer frente en la vida real a situaciones de interés social relacionadas con la ciencia y la tecnología. En estas ellos deben tomar decisiones de una manera razonada, entendiendo que *razonar bien* es resolver eficazmente una tarea determinada tomando en cuenta entre otros elementos las *metas* y los *objetivos* que se plantea el sujeto con esa tarea, su nivel de implicación afectiva o el contexto de dicha labor (Limón, 1998). También se debe fortalecer la dimensión axiológica, donde se abordan aspectos relacionados con normas y valores que les permitirán tomar

decisiones más acertadas y favorecer el desarrollo de actitudes, sentimientos y emociones, para que puedan identificar y responder constructivamente ante las de los demás y las propias.

Teniendo en cuenta este contexto, cabe aclarar que el razonamiento informal puede aportar de manera significativa a la formación de los ciudadanos que requiere el mundo actual, dado que este se aplica a la solución de problemas y a la toma de decisiones en contextos cotidianos o profesionales (Galotti, 1989; Perkins, 1989; Miller-Jones, 1991; Voss et al., 1991). Lo anterior proporciona capacidades para elaborar argumentos⁵ intencionados, defenderlos frente a otros contraargumentos y evaluarlos de acuerdo a la información con la que se cuente y que permita llegar a una conclusión (Inch y Wamick, 1998, en Sanz, 2001).

Una estrategia que podría ser ideal para que los estudiantes potencien su PC a partir de su razonamiento informal es abordar en las clases de ciencias naturales CSC que carecen de soluciones definitivas (Means y Voss, 1996; Zohar y Nemet, 2002), como las generadas en torno a la Covid - 19 y al uso de la hormona recombinante de crecimiento bovino (rBGH). Por medio de la argumentación construida frente a estas cuestiones los estudiantes tendrían la posibilidad de razonar, analizar y cuestionar o debatir los razonamientos de otros (incluidos los científicos) resultando en una estrategia ideal para que potencien su PC a partir del razonamiento informal. Como lo indica Deanna Kuhn (1993), es en el ejercicio de la argumentación donde esta mejora se podría reflejar, ya que – además de pasar por el proceso de presentar su postura, proporcionar evidencia de apoyo y establecer conclusiones – accederían a los mencionados y a otros temas sociocientíficos. (Kolstø, 2001; Patronis et al., 1999; Tytler et al., 2001). De tal manera que será

⁵ El razonamiento informal desarrolla argumentos cuya solidez se juzga de acuerdo a criterios como: si las razones que proporcionan apoyo al argumento son verdaderas o aceptables; en qué medida las razones argumentadas apoyan a la conclusión a la que el individuo logra llegar; y, en qué medida se han tenido en cuenta contraargumentos, es decir, si se han considerado las razones que apoyan las decisiones o proposiciones diferentes a las que el individuo toma.

en este proceso donde se resaltar  el papel central de las CSC en el desarrollo de una ciudadanía crítica y responsable.

Teniendo en cuenta que en los antecedentes se encontraron investigaciones que centran su interés en el desarrollo del PC a partir del razonamiento informal y que la mayor parte de estas se enfocan en la educación superior, la formación de profesores y muy pocos en estudiantes de educación secundaria, se planteó la delimitación de la presente investigación a la siguiente pregunta:

 Qu  incidencia tiene el razonamiento informal de estudiantes de educación secundaria en su pensamiento crítico a partir del abordaje de cuestiones sociocientíficas sobre Covid-19 y el uso de la hormona recombinante de crecimiento bovino (rBGH) en las clases de Ciencias Naturales?

A partir de esta pregunta se derivaron cuatro preguntas auxiliares que contribuyen al abordaje de la problemática expuesta:

 Qu  percepciones tienen los estudiantes de grado 9 de educación básica secundaria sobre el razonamiento y el pensamiento crítico?

 Qu  tipo y qué habilidades de razonamiento informal involucran los estudiantes de grado 9  de educación básica secundaria al tratar CSC en las clases de Ciencias Naturales?

 Qu  implicaciones educativas tiene el razonamiento informal empleado el análisis de CSC en la promoción del pensamiento crítico de los estudiantes de grado 9  de educación básica secundaria en las clases de ciencias naturales?

 Qu  relaciones se pueden establecer entre este razonamiento, las CSC y el pensamiento crítico?

Al abordar estas preguntas se busca favorecer en los estudiantes el pensamiento crítico a partir del razonamiento informal que emplearon al analizar, apoyar o debatir frente a las controversias generadas en torno a la Covid 19 y al uso de la hormona rBGH como CSC. Lo

anterior dado que estos dos casos que cumplen con las siguientes características propias de un asunto controvertido en Ciencia y Tecnología como lo manifiestan Fernández y Carretero (1995):

1. Se aplica a cuestiones de la vida cotidiana
2. Tiene que ver con situaciones interesantes para el argumentador
3. Es un proceso dinámico y depende del entorno
4. Se utiliza en circunstancias abiertas o conflictivas
5. Su lenguaje es adecuado al auditorio, pues no hace uso de símbolos sino de un

lenguaje científico comprendido por los participantes y el auditorio (estudiantes de grado noveno que han abordado las temáticas que se involucran en los saberes propios de la Covid-19 y de la hormona recombinante de crecimiento bovino (rBGH), tales como síntesis de proteínas, sistema inmunológico y sistema hormonal, entre otros.

6. Se utiliza en todos los dominios del conocimiento, ya que la CSC será abordada desde la biología, física, química, tecnología.

Con lo expuesto, se parte de las posibilidades que ofrecen las CSC al abordarlas desde situaciones reales de la cotidianidad de los estudiantes para favorecer su PC a través del razonamiento informal.

El planteamiento del problema delimitado en las preguntas orientadoras se justifica en cuanto a que:

- No se han analizado las implicaciones educativas que puede tener el abordaje de CSC en las clases de ciencias y sus aportes al fortalecimiento del PC a través del razonamiento informal de los estudiantes de educación secundaria de la Institución Educativa Nicolás Buenaventura.

Además, la investigación es importante en términos de la pertinencia a lineamientos en materia de política educativa en el ámbito internacional que –dentro de la dimensión cognitiva

planteada en la Educación para la Ciudadanía Mundial (ECM)– aspira a fomentar en los estudiantes competencias [...] cognoscitivas para pensar de forma crítica, creativa y sistemática, incluyendo la adopción de un enfoque con múltiples perspectivas, que reconoce las diferentes dimensiones, perspectivas y ángulos de los problemas (por ejemplo competencias de razonamiento y de resolución de problemas) [...] (UNESCO, 2016); por su parte la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE,2005, 2010) considera el PC como una de las competencias transversales necesarias para poder desempeñarse eficientemente en la sociedad de la información y la comunicación. Esto dado que es una habilidad de orden superior que requiere cuestionar, indagar, analizar, valorar, reflexionar, argumentar y juzgar sobre cualquier información o situación que se presente en un contexto.

En el ámbito nacional, dentro de la visión del Plan Decenal de Educación (PNDE) orientado a favorecer desde la primera infancia el desarrollo de PC, se propende por una formación integral del ciudadano (PNDE, 2016- 2026).

A nivel Distrital, desde la Alcaldía Mayor de Bogotá y la Secretaría de Educación del Distrito (SED), se ha producido una serie de documentos como: las orientaciones del área integradora de Ciencias Naturales para la implementación de la jornada única (2015), en los que se proponen como aportes para aprender a fortalecer el PC; el Proyecto de Educación para la Ciudadanía y la Convivencia (2014), el cual tiene un enfoque integral y transversal que entiende el pensamiento crítico, reflexivo y transformador como fin y como un medio; el documento de Orientaciones Curriculares de Ciencias Naturales para fortalecer la Ciudadanía (2014) que, en los aprendizajes esenciales para el buen vivir, tiene en cuenta aspectos que potencian la formación integral y el pensamiento crítico desde el desarrollo curricular; el documento de Orientaciones Pedagógicas y Marco de la Política Educativa para la Ciencia, la Tecnología, la Informática y los Medios de Comunicación en la Educación del Distrito Capital (2011) que en el enfoque pedagógico

propone acciones para fomentar el desarrollo del pensamiento crítico; finalmente, la cartilla Orientaciones curriculares para el campo de Ciencia y Tecnología (2007) que en lo referente a los aspectos didácticos para su enseñanza propone como objetivo favorecer el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes.

Objetivos

Objetivo general

Comprender la incidencia del razonamiento informal de estudiantes de educación básica secundaria en su pensamiento crítico a partir del abordaje de cuestiones sociocientíficas sobre Covid-19 y al uso de la hormona recombinante de crecimiento bovino (rBGH) en las clases de ciencias naturales.

Objetivos específicos

1. Indagar sobre las percepciones de los estudiantes de grado 9 de educación básica secundaria sobre el razonamiento y el pensamiento crítico
2. Conocer el tipo y las habilidades de razonamiento informal que involucran los estudiantes de grado 9° de educación básica secundaria al tratar CSC en las clases de ciencias naturales.
3. Indagar sobre las implicaciones educativas del razonamiento informal empleado en el análisis de una CSC en la promoción del pensamiento crítico de los estudiantes de grado 9° de educación secundaria en las clases de ciencias naturales, estableciendo relaciones entre este razonamiento, las CSC y el pensamiento crítico.

Capítulo 2

Las cuestiones Sociocientíficas (CSC) en el Contexto Escolar

Las CSC, que han venido cobrando importancia en la educación en ciencias en las últimas décadas, constituyen el eje central de la presente investigación. La propuesta se desarrolló en torno a CSC de gran impacto social que consideran las controversias sociales, políticas y económicas emergentes: la situación actual relacionada con la Covid-19 –en términos de la creación de las vacunas y la capacidad de mutación del virus, entre otras– y el uso de la hormona recombinante de crecimiento bovino (rBGH) como mecanismo utilizado para mejorar la producción de leche y carne bovina (en esta investigación se abordará únicamente lo concerniente a la leche). Por lo anterior, es necesario presentar los aspectos que fundamentan el abordaje de las CSC citadas en las clases de ciencias naturales para que los estudiantes razonen en el marco de las controversias que han suscitado y se pueda fomentar su pensamiento crítico.

Surgimiento de las cuestiones sociocientíficas y sus aportes en la enseñanza de las ciencias

Abordar la emergencia de las cuestiones sociocientíficas (CSC) implica revisar los antecedentes del enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad, Ambiente (CTSA) que en sus inicios se llamó CTS, la A se adicionó posteriormente a raíz de la necesidad de validar y reflexionar sobre las problemáticas ambientales, como muy bien los explican los trabajos de Edwards et al. (2004) y Martínez y Parga (2013). Las discusiones sobre CTS se inician en los contextos norteamericano y europeo con objetivo de lograr una mayor participación de la sociedad en el rumbo que estaba tomando la C&T (González, López y Luján, 1996). Por otro lado, en Latinoamérica este proceso se dio como la búsqueda de un proyecto de política científica y tecnológica que favoreciera la generación de conocimiento propio de la región (Dagnino, Thomas y Davyt, 2003).

En el campo educativo este enfoque se ha posicionado como una alternativa innovadora desde la ciencia, la tecnología, las políticas educativas, el diseño de currículos y las prácticas

educativas (Martínez y Parga, 2013). El espacio surge en los años setenta como un movimiento de renovación curricular en los ambientes universitarios y se extiende a la educación secundaria como respuesta a las problemáticas ambientales y al impacto de la tecnología en la sociedad (Martínez y Parga, 2013). En España, los primeros trabajos sobre CTS se inician en la década de los ochenta, como es el caso de Solbes y Vilches (1989a, 1989b), para los noventa aparece en los currículos de educación secundaria la asignatura optativa llamada ciencia, tecnología y sociedad, que buscaba preparar a los estudiantes para los retos del siglo XXI. En Latinoamérica la corriente CTS se ha venido proyectando a nivel educativo en numerosos países a través de programas y materiales en secundaria y universidades. Un ejemplo es la Red CTS que realiza cursos a distancia para la formación docente en este enfoque, los cuales presentan nuevas estrategias que fomentan la preparación de materiales didácticos (Quintero, 2010). Sin embargo, los primeros estudios con enfoque CTS datan de los años noventa en Brasil (Santos, 2008), donde con la ley de Directrices y Bases de la Educación (Ley 9394/1996) se crearon documentos orientadores que incluyen propuestas curriculares para la inclusión de las interrelaciones CTS en las aulas (Pinheiro, T.C., Westphal, M. y Pinheiro, T.F. (2005).

Las cuestiones sociocientíficas (CSC) hacen parte de una ampliación y recontextualización del enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) (Martínez, 2010; Martínez y Parga, 2013). Esto dado que muchos de sus objetivos están orientados a abordar aspectos como la formación ciudadana, la comprensión de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, la alfabetización científica y los cuestionamientos éticos y morales. Los anteriores aspectos, como lo indica Cutcliffe (1990), también son objeto del enfoque CTSA en el ámbito educativo que busca contribuir a la enseñanza de los estudiantes a partir del uso de información relevante de situaciones de la vida moderna – espacios donde entran en juego los juicios morales y éticos sobre temas científicos a través de la interacción social y el discurso—. Por esto la enseñanza de las ciencias debe implicar

procesos de investigación, discursos, conflictos, argumentación, negociación, compromiso y discusión, entre otros aspectos, que permitirán que los ciudadanos tomen decisiones razonadas e informadas a cerca de su sociedad –permeada tanto por la ciencia como por la tecnología–. Para lograr lo anterior, es necesario que se les proporcione a los estudiantes experiencias significativas que les permitan practicar su participación en la toma de decisiones (Beyer, 1997; Ratcliffe, 1997; Cummings et al. (2001) como se citó en Zeidler 2003. Dichas experiencias ya se han venido generando, un ejemplo es el estudio realizado por Jho et al. (2014) con estudiantes de Corea donde se investigó entorno a la relación de la comprensión de los estudiantes sobre el conocimiento de la ciencia, la actitud y la toma de decisiones sobre CSC. Esto se hizo con un enfoque especial en lo relacionado con la energía nuclear. La investigación mostró en los estudiantes cierto grado de conexión con la toma de decisiones en tanto que el conocimiento de la ciencia no presentó una relación significativa con esta y por lo tanto se recomienda el análisis del abordaje de CSC en el currículo para favorecer aprendizaje de contenidos científicos.

En Colombia, el interés por el abordaje de las CSC en la enseñanza de las ciencias ha venido cobrando importancia. Por esto el grupo de investigación Alternativas para la Enseñanza de las Ciencias (ALTERNACIENCIAS) lleva más de diez años realizando estudios sobre la incidencia de las CSC en diferentes escenarios educativos como: la práctica del profesor mediante la caracterización de dificultades y aportes de este enfoque didáctico en la mejora de la comprensión de la ciencia en espacios educativos formales y no formales; también en los estudiantes de los diferentes niveles de escolaridad a partir del análisis del desarrollo de sus capacidades argumentativas y ciudadanas. Lo anterior poniendo de manifiesto la potencialidad de estrategias que pueden aportar a la innovación y mejoramiento permanente de la práctica de la enseñanza de las ciencias (Martínez y Parga, 2018).

Las CSC en la enseñanza de las ciencias se han venido constituyendo en una alternativa didáctica para avanzar en los postulados del enfoque CTSA (Moreno et al. 2011 como se citó en Pinzón, Salazar y Martínez (2013) en cuanto a que ambos abordan problemáticas relacionadas con el poder, el razonamiento ético y acción responsable.

Trabajar las CSC en ciencias naturales implica abordar temas como la clonación, los alimentos transgénicos, la biotecnología, la contaminación ambiental, el uso de armas nucleares, la fertilización invitro, entre otros, los cuales guardan en común su contextualización en la vida real y relevancia para los estudiantes⁶ (Jiménez, 1998). Además de lo anterior, las CSC cumplen con las siguientes características:

- Tener una base científica
- Ser divulgadas con frecuencia por los medios de comunicación
- Generar opiniones
- Pueden presentar evidencias científicas o sociales incompletas
- Pueden abordar contextos locales, nacionales o globales
- Implican valores y razonamiento ético
- Estar sujetas a debate, polémicas o controversias
- Pueden requerir comprensión de probabilidad y riesgo

Revisando los estudios que se han realizado en torno a los aportes de las CSC en la enseñanza de las ciencias, se encuentra que estos son diversos. Algunos investigadores lo enfocan hacia la alfabetización científica, por ejemplo, se encuentran trabajos que aportan elementos filosóficos, epistemológicos o conceptuales que lo fundamentan, es el caso de Hodson (2003);

⁶ Para Duschl y Gitomer (1996), corresponden al primer componente de la autenticidad de un problema; el segundo componente es el análisis de las pruebas o datos en la misma forma en que lo harían los científicos.

Zeidler y Matthew Keefer (2003). Otros proponen estrategias didácticas para favorecerlas –Castro y Carrión (2014); Molano (2014); Zangory et al. (2017)–. También hay investigaciones que han analizado el razonamiento y la toma de decisiones desde este enfoque, como es el caso de Zeidler et al. (2002); Zohar y Nemet (2002); Sadler (2004); Yin-Tien Wu y Chin-Chung Tsai (2007); Casallas y Martínez (2013); Salazar et al. (2015); Torres (2016). Otro aspecto central de las investigaciones con este acercamiento corresponde a las relaciones entre la naturaleza de la ciencia NdC y la toma de decisiones; al fortalecimiento de los currículos de ciencias naturales con trabajos como los realizados por Bell y Lederman (2003); Arias y Dallagnol (2016). Finalmente, se encontraron investigaciones que buscan fortalecer o desarrollar el pensamiento crítico, por ejemplo, las investigaciones realizadas por España (2008); Solbes et al. (2010); Mesa y Seña (2013).

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, abordar las CSC en los currículos de ciencias hoy en día constituye una alternativa que dinamiza los planes de estudio tradicionales. Estos se caracterizan por procesos memorísticos, donde, por lo general, se evalúan conocimientos disciplinares y algorítmicos que carecen de sentido para los estudiantes –ya que están alejados de sus contextos–. Por otro lado, las CSC están contextualizadas y abarcan aspectos multidisciplinarios, valores e incertidumbres como lo manifiesta Abd-El-Khalick (2003). Además, incluir estas cuestiones en las clases de ciencias tiene un gran impacto en los actores de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por un lado, están los estudiantes, en los que se propicia que adopten un rol activo en su proceso de aprendizaje: los motiva a indagar sobre temas de interés, a cuestionarse, a responder preguntas con fundamento teórico, a debatir la opinión de sus pares, a defender sus puntos de vista o a apoyar el de sus compañeros, es decir, favorece en ellos una educación abierta y crítica contribuyendo en su formación ciudadana y al desarrollo del pensamiento crítico. Por otro lado, están los profesores, a quienes les permite interactuar con los

estudiantes en una dinámica más humanista, involucrar en su práctica elementos sociales, políticos, económicos y ambientales relacionados con situaciones controvertidas que favorecen los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y el desarrollo del pensamiento crítico. Sumado a lo dicho, favorece el trabajo colaborativo entre ellos, ya que el abordaje de las CSC implica una perspectiva interdisciplinar donde se articulan diferentes conocimientos científicos, éticos, tecnológicos sociales y ambientales. A partir de estos los profesores pueden cuestionar, reflexionar e innovar en su quehacer profesional de tal manera que los motive a buscar estrategias didácticas que propicie en los estudiantes la construcción de su punto de vista frente a la influencia de su actuar en su futuro profesional (Martínez y Parga, 2013).

Dos Cuestiones Sociocientíficas para Abordar en las Clases de Ciencias Naturales

El abordaje de CSC implica tener en cuenta polémicas y controversias desde diferentes perspectivas y admite diversidad de soluciones en donde el razonamiento de los estudiantes cumple un papel primordial (Sadler y Zeidler, 2005). Esto favorece la reflexión sobre las ciencias, ubicándolas en relación con la producción tecnológica y la dinámica social, para lo cual, como lo afirma Ratcliffe y Grace (2003) se requiere de una comprensión conceptual de las diferentes disciplinas implicadas. Es decir, una comprensión de procedimientos, de la manera como se produce la evidencia científica o la forma como se pueden asumir responsablemente las decisiones que se tomen y, finalmente, del reconocimiento de los valores personales, sociales y el análisis del razonamiento tanto ético como moral.

En la sociedad actual en la que vivimos nos enfrentamos a desarrollos científicos y tecnológicos que muestran problemáticas sociocientíficas controversiales –las cuales son abordadas y divulgadas casi a diario por medios de comunicación social–. Dos de estos avances se describen a continuación indicando las razones por las cuales se proponen como estrategias para favorecer el pensamiento crítico de los estudiantes a partir de su razonamiento informal.

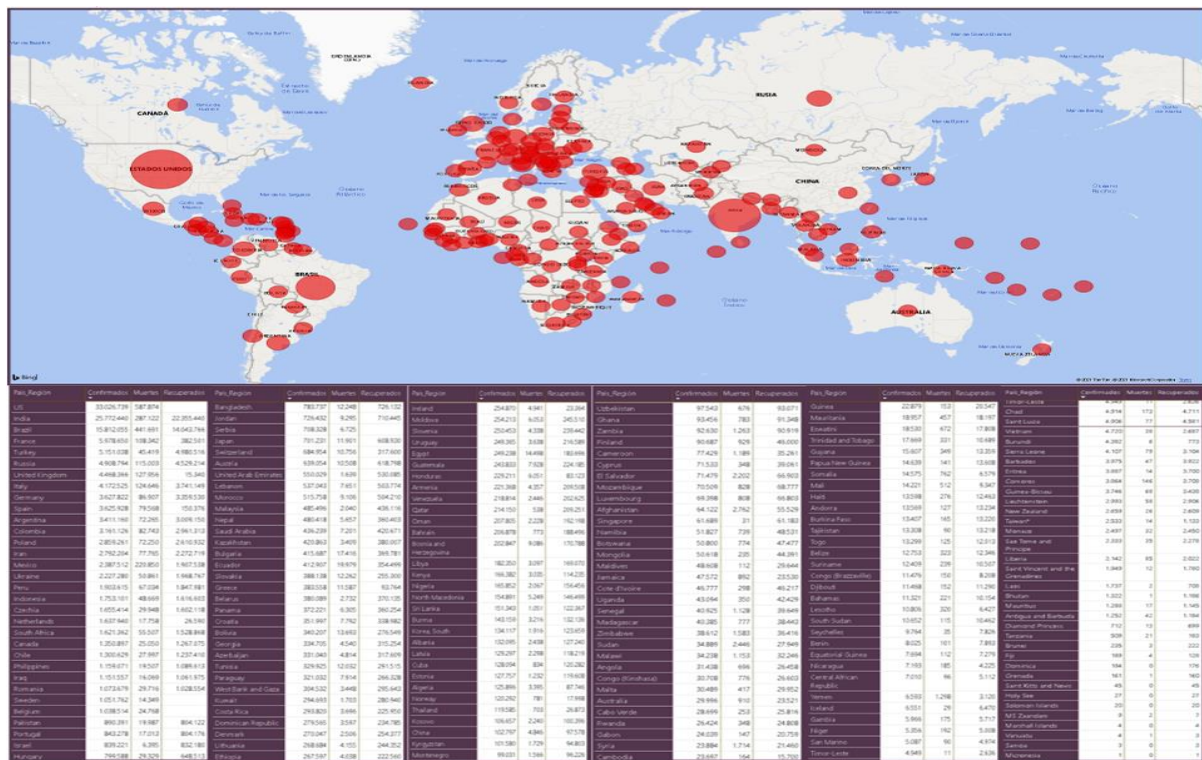
La Covid-19. Una Cuestión Sociocientífica para Abordar en la Clase de Ciencias Naturales

Finalizando el año 2019 la Comisión Municipal de Wuhan (China) reporta varios casos de neumonía de causas desconocidas; más adelante, a comienzos del 2020 las autoridades chinas reportan a la Organización Mundial de la Salud (OMS) que a partir de sus investigaciones encontraron un nuevo tipo de coronavirus. Esta organización se pone en estado de emergencia para abordar el brote estableciendo un seguimiento estrecho y el apoyo necesario a las autoridades chinas (sitio web de la OMS). Para el 30 de enero de este mismo año, la OMS declara el coronavirus como una emergencia de salud pública internacional y califica la situación como pandemia.

Con dicha declaración se potenció una serie de situaciones en torno a controversias dadas a conocer a los ciudadanos mediante los diferentes medios de comunicación. Ante el panorama se prenden las alarmas a nivel global para que los gobiernos tomen las medidas necesarias para evitar la propagación del virus. A nivel ambiental se discute, por ejemplo, el impacto que está generando en el ambiente la mala disposición de materiales como guantes y tapabocas. A nivel económico se discuten las decisiones tomadas frente a los confinamientos obligatorios y su impacto en las economías familiares, empresariales y nacionales. A nivel político se generó una competencia entre las potencias mundiales por la creación de vacunas desencadenando otras situaciones con impacto social como es el acceso a estas. A nivel ético también surgen controversias originadas por las limitaciones para la atención médica debido, principalmente, a la falta de personal de salud, infraestructura, insumos y equipos que pusieron a prueba a este sector a nivel mundial y que se representa principalmente por el número de contagios y muertes, como muestra la figuras 6 y 7.

Figura 6

Situación de casos de contagios de COVID-19 a nivel mundial

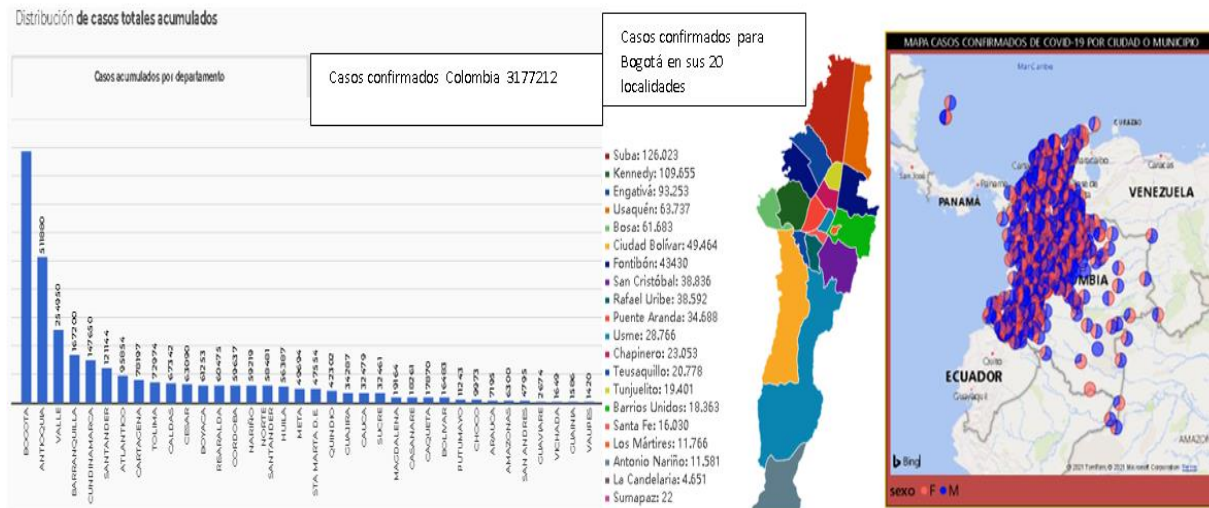


Fuente: Adaptado de Observatorio Cámara de Comercio de Bogotá

La figura 6 muestra el comportamiento de los contagios totales a nivel mundial, donde se presenta el número de casos confirmados, el número de muertes y de recuperados por país. Los datos que se muestran en la figura permiten determinar la amplitud de la situación a nivel mundial (informe de 19 de mayo de 2021). Solo 7 países o regiones de 192, a pesar de presentar contagios (c), no presentan ningún deceso (d) y el número de recuperados (r) es significativo respecto al número de contagios: Dominica (184c, 0d, 176r); Saint Kitts and Nevids (45c, 0d, 45r); Holy See (27c, 0d, 27r) Marshall Islands (4c, 0d, 4r); Samoa (3c, 0d, 3r) y Micronesia (1c, 0d 1r).

Figura 7

Casos confirmados para Colombia por departamento y localidades de Bogotá



Fuente: Adaptado de Observatorio Cámara de Comercio de Bogotá

La figura 7 muestra el número de casos confirmados para Colombia por departamentos y para las 20 localidades de Bogotá con fecha de corte el 19 de mayo de 2021. El mayor número de contagios se ha presentado en Bogotá y, dentro de sus 20 localidades, la mayor cantidad se encuentra en Suba donde se ubica la Institución Educativa donde se desarrolló la presente investigación.

Los datos anteriores muestran las dificultades que asumen la mayoría de los países o regiones a cuenta de la pandemia, las cuales han dado lugar a las controversias antes mencionadas y que pueden ser asumidas en las clases de ciencias naturales como una CSC desde el enfoque CTSA. Lo anterior dado que cumple con las características que esta establece y que se describen en la tabla 7. Dicha estrategia brinda la posibilidad de mejorar la elaboración de razonamientos necesarios para fortalecer las habilidades argumentativas de los estudiantes.

Tabla 7*Características del SARS-CoV-2 como una CSC*

La Covid-19 como una CSC en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales	
Característica	Evidencia
Tener una base científica	Existen estudios científicos que determinan su estructura genómica, ubicación taxonómica, forma de replicación y origen entre otros aspectos.
Ser divulgadas con frecuencia por los medios de comunicación	-Es altamente divulgada por los diferentes medios de comunicación, donde se encuentran sin número de publicaciones que tratan diversos aspectos derivados del SARS-CoV-2 a nivel local, regional y global.
Generar opiniones, debate, polémicas o controversias	En torno a la situación de la pandemia han surgido sin número de controversias de todo tipo, se discute y se pone en duda su origen, capacidad de mutación, medicamentos para su tratamiento, creación de la vacuna, impacto económico, político, ético y ambiental.
Pueden presentar evidencias científicas o sociales incompletas	Hay estudios científicos que siguen en curso generando nuevos hallazgos, se cuenta con información incompleta en diferentes aspectos. Por ejemplo, número de contagios y de muertes reales, resultados de las diferentes etapas de investigación en la efectividad de las vacunas que se ensayan, número de familias y empresas afectadas a nivel económico, etc. La información se va actualizando en la medida que avanzan las investigaciones científicas.
Pueden abordar contextos locales, nacionales o globales	Es una situación con afectación en todos los contextos locales, nacionales y globales ya que ha sido reconocido como una situación de emergencia de salud pública internacional y la califica como una situación de pandemia a nivel mundial.
Implican valores y razonamiento ético	Frente a la situación de la pandemia los gobiernos y las personas que se encuentran en la primera línea de atención han tomado decisiones donde se ha puesto en juego valores y razonamientos éticos como la toma de decisiones a nivel económico o político; decidir a quién se salva y a quién no.
Pueden requerir comprensión de probabilidad y riesgo	Se ha puesto en juego la economía y la salud y la educación a nivel global.

Fuente: Elaboración propia

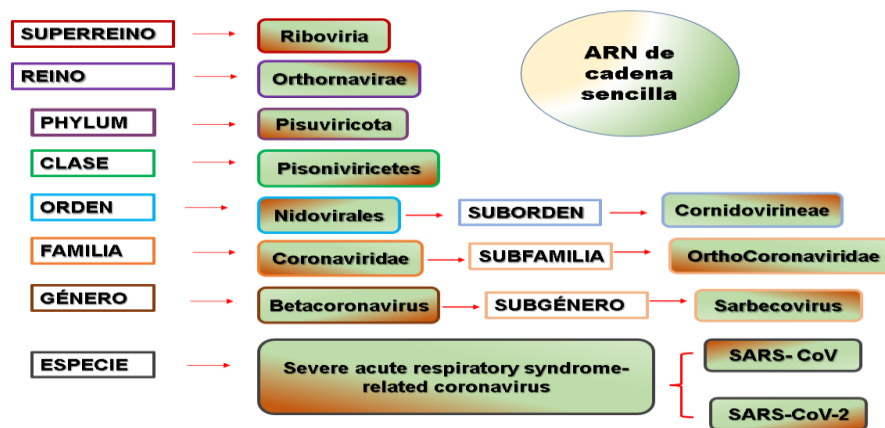
Algunas bases científicas que soportan a la Covid-19 como una CSC

Las actualizaciones taxonómicas de este virus son recientes (figura 8), la propuesta de crear un superreino denominado Riboviria fue presentada en junio de 2017 al Comité Internacional de Taxonomía de Virus (ICTV) para incluir allí los taxones de virus que contienen el ARN-polimerasa

dependiente de ARN. Este comité publicó la aprobación en el informe 2018b (No 34) y se publica la actualización en el informe 2019 (35). Es allí donde se especifica la conformación de todos los taxones para los virus: el super reino Riboviria contiene 6 phylum, 2 subphylum, 21 clases, 28 órdenes, 8 subórdenes, 102 familias, 43 subfamilias, 449 géneros y 2685 especies (ICTV, 2020)

Figura 8

Ubicación taxonómica del virus SARS-CoV-2, causante de la Covid-19



Fuente: Elaboración propia

La figura 8, muestra la organización taxonómica del SARS-CoV-2 desde el máximo nivel que es el superreino *Riboviria* y su ubicación en cada uno de los taxones establecidos según los criterios de clasificación vigentes. Pertenece al género *Betacoronavirus*, al cual se le atribuyen varias enfermedades respiratorias, desde un resfriado común hasta síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV, SARS-CoV-2 y MERS-CoV). En el intento de clasificación ha tenido tres nombres, inicialmente se nombró como WH-Human 1 coronavirus (WHCV), luego como 2019-nCoV y, finalmente, fue incluido en la especie del SARS-CoV y se le asignó el nombre de SARS-CoV-2.

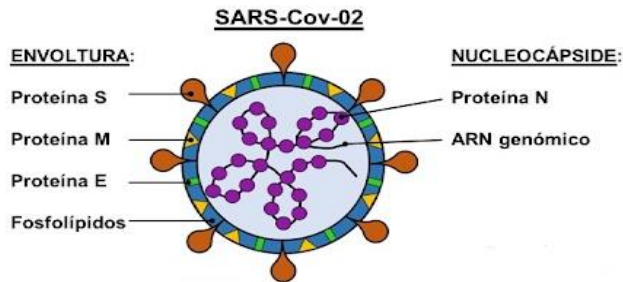
El SARS-CoV-2 es un tipo de coronavirus (CoV) que ocasiona la enfermedad Covid-19. Recibe el nombre de coronavirus a causa de las puntas brillantes que se observan en su superficie

a modo de una corona. Para identificar el tipo de virus se realizó la secuenciación del ARN extraído de muestras obtenidas del trato broncoalveolar. Igualmente, el virus fue cultivado en células del epitelio respiratorio humano y en líneas celulares Huh-7 (hepáticas humanas) y Vero E6 (epiteliales del riñón del mono verde africano). Tanto los análisis microscópicos como los estructurales permitieron revelar su morfología (Figura 9) y comprender su forma de actuar. Estos fueron aspectos fundamentales que le permitieron a los científicos avanzar en la identificación de medicamentos y la creación de vacunas para aliviar la sintomatología y frenar la pandemia que, no solo ha cobrado la vida de miles de personas alrededor del mundo, sino que ha puesto en riesgo la economía a nivel global (incrementando los índices de pobreza y aumentando las brechas de desigualdad social).

El genoma del coronavirus consta de una molécula de ARN, de una sola hebra que se denomina cadena sencilla con polaridad positiva –debido a que la secuencia de sus bases nitrogenadas es la misma de las ARN m–. Esta consta de aproximadamente 30.000 nucleótidos y codifica la información genética requerida para la síntesis de la totalidad de las proteínas virales. Sumado a lo dicho se replica en diferentes hospederos mediante síntesis de proteínas, para lo que requiere de una enzima ARN-polimerasa que no existe en la célula –ARN polimerasa dependiente de ARN–, por tal razón la elabora a partir de un molde de ARN (lo que quiere decir que está codificada por un gen viral).

Figura 9

Organización estructural del SARS-CoV-2



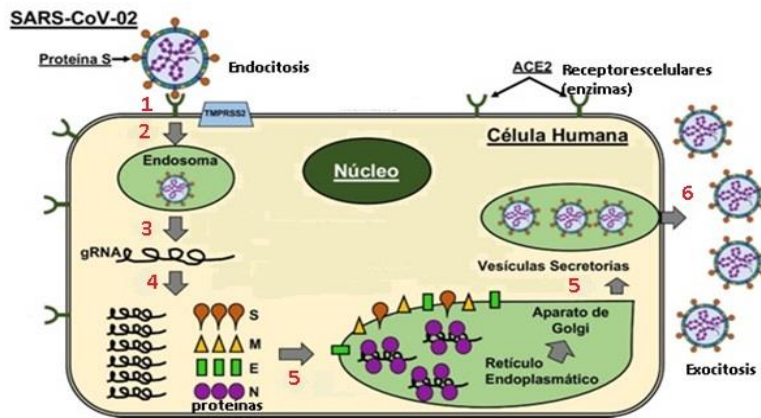
Fuente: Adaptado de Benavides. R (2020)

La figura 9 hace referencia a la estructura del SARS-CoV-2, que corresponde a una morfología esférica que consta de una envoltura y una nucleocápside. La envoltura viral se compone de las proteínas S, M y E y una bicapa de fosfolípidos. Por otro lado, la nucleocápside, con morfología helicoidal, está conformada por ARN genómico y la proteína N que cubre el genoma viral y se localiza en la parte más interna del virus.

El ciclo de reproducción de este virus consta de seis etapas, como se muestra en la figura 10: la adhesión del virus al receptor celular mediante endocitosis (etapa 1); la penetración al citoplasma celular (etapa 2); el desnudamiento de ARN genómico mediante la fusión de membranas (etapa 3); la síntesis de los componentes virales (etapa 4); el ensamblaje de proteínas estructurales y genoma viral hasta completar la formación de la partícula viral (etapa 5); y, finalmente, la liberación del virus SARS-CoV-2 mediante exocitosis (etapa 6).

Figura 10

Ciclo de replicación del SARS-CoV-2 en un hospedero humano



Fuente: Adaptado de Benavides. R (2020)

La figura describe el proceso del ciclo viral completo, el cual inicia con la etapa de adhesión de la proteína S con el receptor ACE2 de la célula hospedera, de tal forma que el virus ingresa mediante endocitosis. Como resultado de esta fase se genera una endosoma, que es una vesícula membranosa citoplasmática, y ahí la membrana del virus se fusiona con la membrana de la endosoma liberando y exponiendo el material genético del virus al aparato biosintético en el citoplasma. Es allí donde se produce el desnudamiento del ARN genómico y el virus usurpa la maquinaria del biosintética de la célula huésped. Posteriormente, el ARN genómico y la proteína N son sintetizados en el citoplasma y transportados al retículo endoplasmático de la célula huésped. En cuanto a las proteínas E, M y S, estas se sintetizan primero en el retículo endoplasmático y luego son transferidas al aparato de Golgi. Durante la trayectoria entre estos dos organelos, todos los elementos estructurales se sintetizan de manera secuencial hasta completar el virus que madura, emerge del aparato de Golgi y luego es transportado mediante vesículas membranosas que se fusionan con la membrana celular para expulsar el SARS-CoV-2 por exocitosis.

La Hormona Recombinante de Crecimiento Bovino (rBGH). Una controversia para debatir en la Clase de Ciencias

La hormona recombinante de crecimiento bovino está relacionada con la producción lechera bovina. Para comprender las controversias que ha generado su uso es necesario abordar el tema de las hormonas y su relación con la producción lechera (Tabla 8). En este apartado se describe, de manera general, qué son hormonas y cuáles participan en la síntesis y producción lechera centrandó el interés en la hormona de crecimiento. Seguidamente, se presentan algunos elementos que explican cómo se realiza la producción de la hormona recombinante de crecimiento bovino y las implicaciones fisiológicas en la vaca. Se finaliza con los aspectos que han generado controversia en este tema.

Las hormonas son mensajeros secretados por glándulas o células endocrinas que se pueden clasificar de acuerdo con su estructura química en proteicas (como la somatotropina, la prolactina y la insulina), peptídicas (como la oxitocina), derivadas de aminoácidos (como la dopamina) y esteroides (como la progesterona). La síntesis y el almacenamiento de las hormonas proteicas y peptídicas ocurre dentro de las células, estas viajan de forma soluble en el plasma por ser de carácter hidrofílicas. Las de tipo esteroide se sintetizan a partir del colesterol, a diferencia de las primeras, no se almacenan dentro de las células y son liberadas en la medida en que se sintetizan. Por ser de tipo lipófilas su solubilidad en solución acuosa es limitada, por lo que requieren de proteínas específicas que las transporten en el plasma (Cunningham & Klein, 2009).

La hormona de crecimiento (GH), también llamada somatotropina, es una hormona producida por la pituitaria anterior. Es la principal hormona reguladora del crecimiento de los seres humanos y otros animales ya que actúa sobre casi todas las células del cuerpo. Dentro de sus principales funciones están promover el crecimiento esquelético y muscular; estimular la velocidad de introducción de aminoácidos a las células para producir la síntesis proteica; incrementa el

aprovechamiento de las grasas, el almacenamiento de los carbohidratos y mantener un efecto regulador sobre el metabolismo de proteínas, grasas y azúcares.

La hormona GH estimula la producción de IGF-1 o Factor de Crecimiento de Tipo Insulínico I, llamado también somatomedina C (Hadley, M. 1996), una hormona que tiene una estructura similar a la de la insulina. Cumple funciones importantes en el crecimiento en la mayoría de las células del cuerpo, a nivel de músculo esquelético, cartílago, hueso, hígado, nervios, piel, pulmón y células hematopoyéticas. En cuanto a los efectos, son iguales a los de la insulina –es decir que regula el crecimiento y desarrollo celular de las células nerviosas y la síntesis de ADN (Ruiz, 2011)–.

Hablando de la producción de leche, que deriva de la acción de varias hormonas, la glándula mamaria es el órgano encargado de los procesos fisiológicos que ocurren allí. La tabla 8 los resume.

Tabla 8*Acción de las hormonas involucradas en la síntesis de leche*

Hormona	Tipo de hormona	Responsable de su síntesis	Función en la síntesis y producción de leche
Estrógenos (Estrona, estradiol y estriol)	Esteroides	Folículos ováricos y placenta	Estimulan el crecimiento de conductos mamarios y desarrollo lóbulo-alveolar de la glándula mamaria. Estimulan la liberación de prolactina y síntesis de receptores para el inicio de la lactancia. Después de establecida la lactogénesis, revierten su acción (de manera exógena) interfiriendo sobre el reflejo de eyección de la leche. Participan en la síntesis de los receptores para la progesterona.
Progesterona	Esteroides	Cuerpo lúteo y placenta	Induce síntesis de ADN en las paredes de los conductos mamarios Tiene efecto supresor sobre la lactogénesis: disminuye la capacidad de la prolactina para incrementar sus propios receptores y bloquea los receptores de los glucocorticoides
Prolactina	Proteica	Células lactotrofas de la adenohipófisis Su secreción es regulada por la dopamina	Desencadena la lactancia. Inicia la lactogénesis durante el periodo preparto Se requiere para que los estrógenos y progesterona estimulen el desarrollo del tejido glandular durante la mamogénesis. Junto con la insulina y el cortisol (complejo lactogénico), participa en la secreción de proteína en la leche.
Hormona de crecimiento (GH)	Proteica	Pituitaria anterior. Su liberación es estimulada por el factor liberador de GH (GRF) e inhibida por la somatostatina (GIRH)	Junto con el IGF-1 La IGF-1 estimula el crecimiento y desarrollo de la glándula mamaria, la secreción de leche por el alveolo y la galactopoyesis.

Fuente: Elaboración propia

El desarrollo de la glándula mamaria se alcanza por la acción de las hormonas progesterona y estrógenos que se forman durante la gravidez y por la prolactina que es regulada por la dopamina y su acción es complementada por la somatotropina. Una vez ocurrido el parto se origina la lactación que presenta dos fases o etapas: la primera, lactogénesis, es el comienzo de la lactación y consiste de una serie de eventos de diferenciación celular que ocasionan que las células mamarias cambien del estado no secretor al secretor. Este proceso está influenciado por un aumento en la formación de prolactina en el organismo materno y un descenso significativo en la progesterona. La segunda, galactopoyesis, es el mantenimiento y continuación de la lactación.

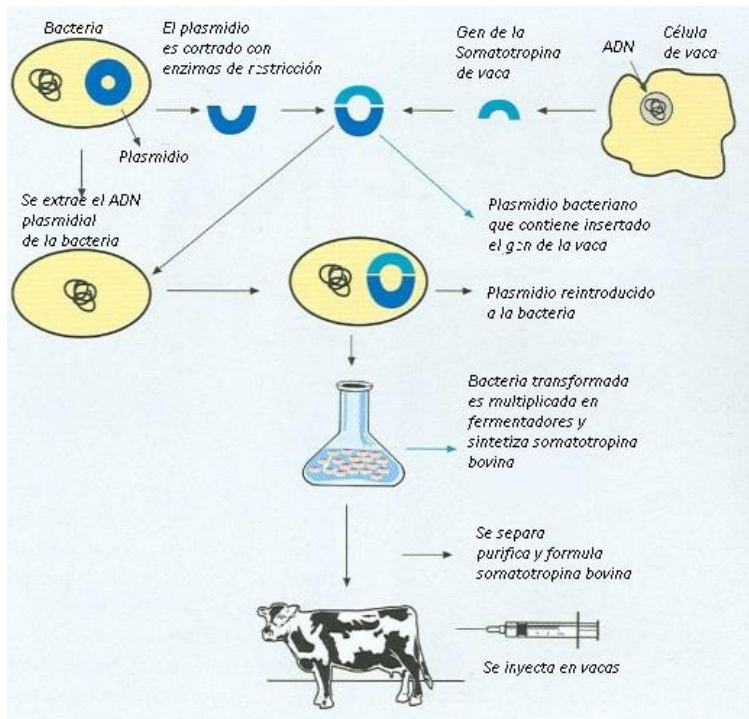
A lo largo de la historia de la industria lechera se han empleado estrategias para mantener la lactogénesis. Esta se logra mediante un procedimiento denominado retirada de leche de la glándula mamaria mediante técnicas de ordeño (que se han venido optimizando e incluyen desde estímulos visuales, olfativos, acústicos, presencia de la cría, hasta tecnología de punta). Si no se hace el retiro de la leche durante aproximadamente 16 horas, la síntesis comienza a inhibirse. La retirada óptima de la leche requiere de oxitocina, que es sintetizada y liberada por la neurohipófisis mediante un reflejo neuroendocrino que se origina por un estímulo táctil de la ubre que es transportado a lo largo de la médula ósea hasta el hipotálamo.

La leche ha sido considerada un alimento indispensable en muchas poblaciones mundiales y se le atribuye propiedades nutricionales esenciales para el crecimiento y bienestar de las personas en sus diferentes etapas de desarrollo. En la medida en que la población humana ha venido creciendo, lo ha hecho también la demanda de alimentos. En el caso específico de la leche, esta demanda se ha convertido en una preocupación en tanto que los porcentajes de oferta no responde a los de demanda, de tal manera que desde hace varias décadas se viene implementando técnicas para mejorar su producción. Una de estas es el uso de hormonas artificiales, como es el caso de la hormona recombinante de crecimiento bovino.

Pero ¿qué se sabe de la hormona artificial recombinante de crecimiento bovino rBGH (por sus siglas en inglés, es conocida también como somatotropina recombinante bovina (rBST) y por qué se ha generado controversia por su uso? Bauman, 1992, Chalupa y Col, 1996 como se citó en Vargas et al. 2006 indican que la hormona fue sintetizada en la década de los 80 por medio de tecnología con ADN recombinante (Figura 11), clonando un segmento específico del ADN bovino en la bacteria *Echerichia coli K-12* para obtener finalmente una hormona similar en estructura química y actividad biológica que la producida por la pituitaria de la vaca.

Figura 11

Representación de la producción de hormona recombinante de crecimiento bovino



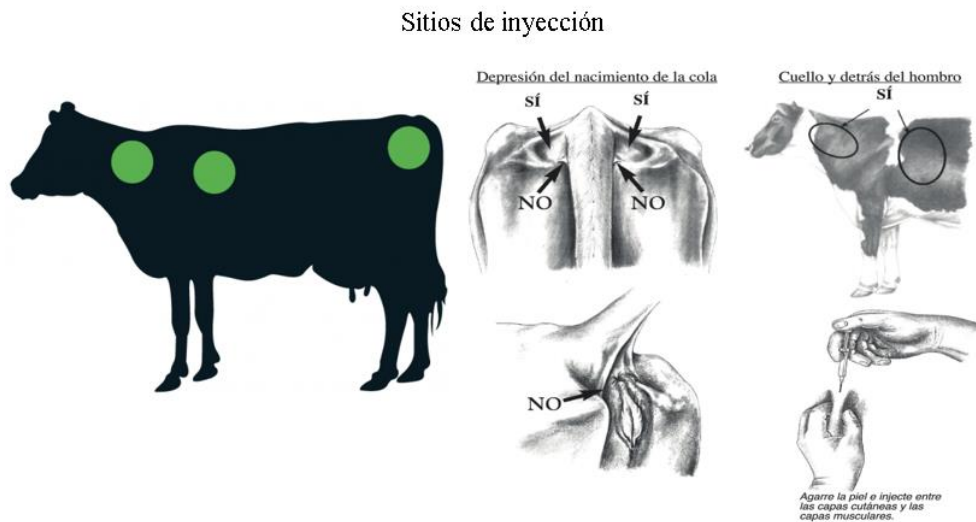
Fuente: Buitendieck, N. y Butendieck, B. (2000)

La figura 11, presenta el proceso de la síntesis de la rBGH que se obtiene a partir de la extracción del plasmidio (moléculas circulares de ADN que se encuentran en el citoplasma bacteriano y que se replican de manera autónoma, con independencia del ADN cromosómico) de la célula bacteriana *Echerichia coli K-12*. Inicialmente, se extrae el ADN plasmidial de la célula bacteriana y se corta en un sitio específico mediante enzimas de restricción. De la vaca se extrae un segmento de ADN que contiene el gen que produce la hormona de crecimiento de la somatotropina y a este se le injerta el plasmidio bacteriano. Posteriormente, este plasmidio que contiene información de la vaca se reinserta en la bacteria que es sometida a reingeniería genética y se multiplica en estanques de fermentación. Como resultado las células bacterianas hacen uso de la maquinaria bacteriana destinada a la producción de proteínas, de tal forma que, además de sus

propias proteínas, fabrica también la proteína responsable de la hormona BGH. Una vez llegado a este punto, las bacterias son muertas para someterlas al proceso de extracción y purificación de la BGH que luego se incorpora a una formulación inyectable de liberación lenta (rBGH), que es la que se aplica a las vacas (Fig. 12) vía subcutánea. La hormona puede utilizarse en vacas o novillas a partir de la novena semana de lactancia, ocasionando la mayor producción de leche después de la tercera inyección bisemanal, es decir, cada 15 días.

Figura 12

Sitios de aplicación de la hormona recombinante y beneficios de su aplicación



Fuente: Contexto ganadero y etiqueta Posilac de UNION AGENER.

La figura 12 muestra que los sitios recomendados para la inyección están localizados en el área del cuello, detrás del hombro o en las depresiones que se encuentran en ambos lados del nacimiento de la cola (alternar estos dos lados en aplicaciones consecutivas). Se debe inyectar en la zona más profunda de las depresiones (donde se encuentra demarcado con la palabra “SÍ”). Se recomienda evitar los huesos, músculos, tendones, ligamentos de la cola, los músculos del recto y del ano y el pliegue caudal (demarcado con la palabra “NO”), ya que puede invalidar las pruebas de tuberculosis que se realicen.

Existen varios estudios que dan cuenta de los efectos fisiológicos que ha tenido la hormona rBGH en diferentes órganos del bovino: en la glándula mamaria se aumenta la producción lechera sin alterar su composición (Bauman, 1992), se incrementa el número de células secretoras y el flujo sanguíneo (Chacón et al. 1995); en el hígado, se aumenta la gluconeogénesis hepática y se disminuye la actividad de la insulina para inhibirla (Prado y col, 2003; Romero et al, 2011); en el tejido adiposo se presenta una disminución y un aumento de la lipogénesis basal en un balance de energía positiva y negativa respectivamente. Además, hay una disminución de la capacidad de la insulina para estimular la lipogénesis; se inhibe la lipólisis por el decrecimiento de la capacidad de la adenosina, mientras que aumenta las de las catecolaminas para estimularla (Chacón et al. 1995) y se altera el metabolismo de los lípidos modificando la respuesta del tejido adiposo a las señales homeostáticas (Bauman, 1989). En los músculos se produce una disminución de la captación de glucosa, incremento de ácidos grasos libres –lo que sugiere bloqueo de transporte de glucosa al interior de la célula incitando resistencia a la insulina (Jucker et al.1997; Pérez y Guerrero, 2005)–. En el riñón aumenta la producción de la forma activa de vitamina $1\alpha,25$ -dihidroxitamina D, responsable de la regulación de la expresión de sinnúmero de genes involucrados en funciones del esqueleto y otras funciones biológicas (Oregon state university). En el intestino cumple varias funciones como el aumento de la absorción de Ca, P y otros minerales –que son requeridos para la síntesis de leche– y también favorece la reducción de la presentación de enfermedades metabólicas tales como hígado graso o cetosis (Bauman y Vernon, 1993, citado por Vargas et al. 2006).

Si bien es cierto que la rBGH es producto de la ingeniería genética, el producto como tal no es modificado genéticamente ni contiene material genético (ADN) extraño. Por lo anterior, las problemáticas ambientales y de salud que han estado asociadas a los organismos genéticamente modificados (OGMs) y a los cultivos transgénicos que contienen dicho material modificado no se aplican a la rBGH (Otero et al. 2012). A pesar de esto – y a que en la industria lechera se empelan

varias hormonas para mejorar la producción, como la oxitocina y las prostaglandinas– es el uso de la rBGH el que ha ocasionado controversias con implicaciones relacionadas principalmente con la salud y el nivel socioeconómico.

En el campo de la salud, los problemas involucran aspectos relacionados con el bienestar de las vacas tratadas con la hormona y la salud de los consumidores. Referente a la salud de la vaca hay posturas a favor y en contra del uso de la hormona. A favor están, por ejemplo, Lormore et al. 1990 quienes reportan en los estudios realizados que el uso de la hormona no ha mostrado incidencias negativas en la salud de las vacas relacionadas con hipocalcemia, cojera, cetosis, desplazamiento de abomaso o cuajar y mastitis.

Las opiniones en contra muestran la preocupación por el aumento de la incidencia de mastitis, que con el uso de la rBGH aumenta significativamente en un 25% (Dohoo et al. 2003; Jabbar et al. 2009), lo que deriva en el aumento del uso de antibióticos necesarios para tratar los animales, por ejemplo, la aparición de enfermedades podales (Chalupa y col 1996). Ante esta situación las voces de los defensores de los animales se han hecho sentir, indicando que se atenta contra el bienestar animal, ya que se someten a niveles altos de estrés y ocasionando que produzca leche apenas 12 semanas después de ser una ternera, a costa de su salud. Además, las vacas tratadas con la hormona pierden peso, aparecen problemas de esterilidad, de la mencionada mastitis, lesiones en los lugares de inyección y son susceptibles a enfermedades (Kingsnorth, P., n.d., pp 1-6).

En cuanto a la salud humana, se ha generado alarma a causa de los restos de antibióticos presentes en la leche de vacas tratadas. Por otra parte, la relación que se establece entre el factor de crecimiento (IGF-1) y el desarrollo de cánceres de próstata, colon y seno dado que la leche de vacas tratadas con la hormona presenta niveles más altos de IGF-1 (Bilby y col, 2006).

Samuel S. Epstein –reconocido médico autor del libro la política del cáncer– ; Ronnie Cummins –director ejecutivo de la Asociación de Consumidores Orgánicos–; John Kinsman –presidente de los defensores de la agricultura familiar–; Arpad Pusztai –PhD y consultor privado de la FRSE–; y Jeffrey Smith –director ejecutivo del Instituto para la Responsabilidad Tecnológica– redactan y firman una petición que plantea nueve áreas de preocupación respecto al uso de la rBGH (Tabla 9) y la elevan ante la FAO y Codex Alimentarius el 11 de mayo de 2007.

Cabe anotar que el Codex Alimentarius o Código Alimentario corresponde a un conjunto de normas, directrices y códigos de prácticas aprobados por la Comisión del Codex Alimentarius (CAC) y que constituye el eje central del Programa Conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias, establecido por la FAO y la OMS con el objetivo de proteger la salud de los consumidores y fomentar prácticas leales en el comercio alimentario.

Tabla 9

Petición a la FDA y respuesta frente al uso de la hormona recombinante de crecimiento bovino

Petición (2007): “Suspender la aprobación de Posilac y / o exigir que la leche y otros productos lácteos producidos con el uso de Posilac estén etiquetados con advertencias como "Producido con el uso de Posilac y contiene niveles elevados de IGF-1, un factor de riesgo importante para cánceres de mama, próstata y colon ”.		
Sustentos presentados	Aspecto para evaluar	Conclusiones de FDA para cada respuesta
Informes secretos de Monsanto de ensayos con rBGH que evidencian supresión y manipulación de datos de las pruebas de salud animal que incluyen lesiones en el sitio de inyección, efectos tóxicos, mayor incidencia de mastitis que requieren de antibióticos. Algunos de estos fueron publicados posteriormente en ficha técnica de Posilac en 1993.	1-La toxicidad veterinaria de Posilac.	<p>Se han dado a conocer ensayos a nivel nacional desde antes de 1989.</p> <p>La FDA evaluó a detalle la seguridad de Posilac en su versión previa a la aprobación (ver resumen FOI); por otra parte, estos problemas se plantearon ante un juez, quien determinó que la FDA no fue arbitraria al aprobar el medicamento.</p> <p>La FDA señala que Monsanto llevó a cabo un programa de monitoreo posterior a la aprobación de Posilac para garantizar que este no presentara mayor incidencia de infracción de residuos de antibióticos en la leche que se suministra en EE. UU.</p> <p>El Comité mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimenticios (JECFA) concluyó en 1998 que el uso de la rBGH no presenta mayor riesgo para la salud humana debido al uso de antibióticos para tratar la mastitis (ver informe 50° del JECFA, decisión reafirmada en la reunión 78° realizada en 2013).</p> <p>La FDA está obligada a mantener la confiabilidad de los datos y la información en las solicitudes de nuevos medicamentos y para las investigaciones de nuevos medicamentos. Posterior a las aprobaciones se pueden publicar.</p> <p>Además de la FDA, todo lo relacionado con la rBGH fue examinado por la Oficina de Inspector General (OIG) del HHS</p>

		<p>como por la oficina de Responsabilidad del Gobierno (GAO). En 1992 la OIG anuncia en memorando que no había encontrado de que FDA o Monsanto estuvieran involucrados en la manipulación o supresión de datos. En ese mismo año, GAO concluye en su informe que la revisión de la FDA había cumplido con todas las pautas establecidas para el caso de rBGH y GAO/PEMD-92-26, indica: la aprobación de la FDA deberá retenerse hasta que se resuelva el problema de la mastitis,</p> <p>Cuando FDA aprobó Posilac en 1993 llegó a la conclusión que el tratamiento no tenía un efecto significativo sobre la composición de la leche incluidos porcentajes de grasa, proteína, lactosa, calcio y fósforo.</p> <p>FDA concluye que estaban presentes concentraciones similares de hormona total en la leche y los tejidos de vacas tratadas y no tratadas con rBGH.</p>
<p>Monsanto en 1994 afirma que la leche natural es indistinguible de la “leche rBGH”. Existe una amplia gama de anomalías en la leche “rBGH” bien documentadas, además del aumento de IGF-1. Estos incluyen: reducción de caseína, de ácidos grasos de cadena corta, aumento en noveles de ácidos grasos de cadena larga, aumentos de nivel sed enzima triyodotironina, presencia de medicamentos no aprobados para tratar mastitis, frecuencia de células de pus. Existencia de muchas publicaciones documentando niveles excesivos de IGF-1 en la leche rBGH con incrementos que varían de 4 a 20 veces. La FDA e industrias Lilly admite el aumento de estos valores y que se incrementan aún más durante la pasteurización.</p>	<p>2-Anormalidades en la leche con la hormona rBGH.</p> <p>3-Incremento en los niveles de IGF-1 en la leche de vacas tratadas con rBGH.</p>	<p>Todas las referencias aportadas en la petición fueron tomadas en cuenta para la aprobación de Posilac, excepto la de Epstein de 1994, y la de Mephram de 1994, que no suministraban datos originales.</p> <p>La literatura citada apoya la conclusión de que la pasteurización no reduce el IGF-1 en la leche, pero no la afirmación de que la pasteurización aumenta su concentración. Hay un aumento transitorio en las concentraciones de IGF-1 en la leche de vacas tratadas con rBGH que se encuentran entre los rangos normales. El IGF-1 se degrada sustancial o completamente en el intestino y es poco probable que se absorba allí, por tal razón, esta contribución exógena es extremadamente baja comparada con la producción endógena del IGF-1.</p> <p>En conclusión, ninguno de los artículos citados [ref. 9, 15] respalda la afirmación de que las técnicas analíticas pueden subestimar los niveles de IGF-1 hasta en 40 veces.</p>
<p>El FDA en expediente 6/8/2000 indica que el IGF-1 es un péptido y no una proteína, por tanto, se absorbe fácilmente en la sangre.</p>	<p>4- absorción del IGF-1 desde el intestino hacia la sangre.</p>	<p>El IGF-1 exógeno de la leche no contribuye significativamente a los niveles circulantes de IGF-1 en los seres humanos y no existen diferencias significativas en la composición de las vacas tratadas con rBGH con las vacas no tratadas. Se concluye que no hay ningún riesgo adicional de desarrollar diabetes tipo 1 ocasionando por el consumo de leche de vacas tratadas con rBGH.</p> <p>No hay pruebas que sugieran que el uso de la rBGH suponga un mayor riesgo para la salud humana debido al posible aumento del uso de agentes antimicrobianos para tratar la mastitis. El comité no encontró estudios específicos que vinculen el uso de rBGH con el desarrollo de resistencia a los antimicrobianos.</p> <p>La literatura no apoya un vínculo entre la exposición al IGF-1 en la leche de vacas tratadas con la hormona y un mayor riesgo de cáncer.</p>
<p>Hay 19 publicaciones que registran que el aumento de los niveles de IGF-1 aumenta el riesgo de cáncer de mama; los riesgos de cáncer de colon en 10 publicaciones y el riesgo de</p>	<p>5- El aumento de los niveles de IGF-1 aumentan el riesgo de desarrollar</p>	<p>La FDA llegó a la misma conclusión de otros estudios donde se indica que el JGF-1 no es el agente causante del cáncer.</p>

<p>cáncer de próstata en 7 publicaciones.</p>	<p>cáncer de mama, colon y próstata</p>	
<p>Hay evidencia científica que el aumento de los niveles de IGF-1 bloquea los mecanismos de defensa naturales contra el crecimiento y desarrollo de cánceres submicroscópicos (apoptosis o autodestrucción programada).</p>	<p>6- El aumento de los niveles de IGF-1 inhibe la apoptosis</p>	<p>La apoptosis es un proceso normal de los organismos y sus efectos probablemente juegan un papel en la patogénesis del cáncer y otras enfermedades. En la literatura científica está bien establecido que el IGF-1 está relacionado con el desarrollo del cáncer, pero las referencias que presenta no demuestran relaciones entre la dieta, los niveles del IGF-1 y los niveles de IGF-1 en la circulación sanguínea de los consumidores y menos con la incidencia de cáncer. Se reitera que los niveles de IGF-1 en la leche de vacas tratadas con rBGH están dentro del rango normal de niveles encontrados en leche de vacas no tratadas con esta hormona.; por otra parte, la absorción de IGF-1 es insignificante.</p>
<p>Monsanto admite en 1993 en su etiqueta de Posilac el incremento en la tasa de ocurrencias de gemelos (o partos múltiples) en vacas inyectadas con rBGH. La rBGH aumenta la ovulación y la supervivencia del embrión y la incidencia la ocurrencia de gemelos.</p>	<p>7- La rBGH aumenta las tasas de gemelos</p>	<p>Cuando se aprobó originalmente Posilac en 1993 la FDA concluyó que su uso podría aumentar los partos múltiples, y que se requería advertir ese aspecto en el etiquetado del producto. Sin embargo, después de la evaluación de datos adicionales de un estudio del programa de monitoreo posterior a la aprobación de 28 hatos, la FDA concluyó que el uso de Posilac no aumentó la tasa de partos múltiples en las vacas tratadas con rBGH, por lo tanto, se eliminó la precaución de la etiqueta.</p>
<p>El uso e importación de productos lácteos rBGH ha sido prohibida por Canadá, 29 naciones europeas, Noruega, Suiza, Japón, Nueva Zelanda y Australia. Estas prohibiciones se basan en las mismas preocupaciones de salud pública y veterinaria que están detalladas en esta petición. El 30 de junio de 1999 la Comisión del Codex Alimentarius, La Agencia de Seguridad Alimentaria de las Naciones Unidas que representan a 101 naciones a nivel mundial, dictaminó por unanimidad no aprobar ni establecer un estándar de seguridad para la leche rBGH.</p>	<p>8- La prohibición internacional del uso y la importación de productos lácteos rBGH</p>	<p>El hecho de que un país apruebe o no el mismo medicamento no guarda relación con la decisión unánime de la Comisión del Codex Alimentario y la Agencia de Seguridad Alimentaria de las Naciones Unidas a no respaldar ni a establecer un estándar de seguridad para la leche rBGH, por tal razón no es una consideración para la petición de prohibir las importaciones de la hormona. En la reunión 78 del panel de expertos del JECF de 2013 ratifica que “no existe una base biológicamente válida sobre la cual concluir que los cambios asociados con la exposición humana a la rBGH conduzcan a cualquier respuesta inmune, cambio en el crecimiento y desarrollo neonatal o riesgo de cáncer en los receptores de leche o productos alimenticios de ganado tratado con rBGH”</p>
<p>La FDA ha engañado a productores y consumidores de productos lácteos con respecto a su requisito de etiquetado de la leche rBGH, dado que: “No se ha demostrado una diferencia significativa entre la leche derivada de vacas tratadas con rBGH y las no tratadas con rBGH” no obstante, esto resulta extremadamente engañoso ya que “la FDA ha determinado que su estatuto carece de bases para exigir dicho etiquetado”. Lo anterior fue admitido en una carta del Director Ejecutivo Comisionado de la FDA enviada a Harold Rudnick del departamento de Agricultura y Mercados del estado de New York el 27 de julio de 1994.</p>	<p>9- Política sobre etiquetado de la leche rBGH</p>	<p>La FDA ha manifestado en repetidas ocasiones que toda la evidencia científica disponible demuestra que no existe una diferencia significativa entre la leche derivada de vacas tratadas con rBGH y las no tratadas con esta hormona. La FDA, nunca ha exigido que el etiquetado de los productos lácteos lleve referencia de lo solicitado. En lugar de esto, la agencia explicó que ciertas declaraciones voluntarias referentes al uso de la rBGH en la etiqueta podrían ser engañosas cuando se indica que la leche de vacas no tratada con la hormona es más segura o de mejor calidad que la leche de vacas tratadas con rBGH. Por esta razón dichas aclaraciones se deben realizar teniendo en cuenta los contextos adecuados para evitar engañar a los consumidores. No tiene sentido exigir que en el etiquetado de los productos lácteos se indique si provienen o no de vacas tratadas con rBGH si no se han establecido diferencias significativas entre la leche de vacas tratadas con la hormona y la leche de vacas sin tratar con la rBGH. Por lo anterior, la FDA no tiene bases suficientes para exigir el etiquetado de la leche rBGH bajo la ley Federal de Alimentos y Medicamentos (FD&C).</p>

Respuesta FDA (2016): Teniendo en cuenta las anteriores conclusiones, la FDA concluye que su petición no proporciona ninguna base para suspender o retirar la aprobación de la nueva solicitud de medicamento animal para Posilac o para requerir un etiquetado adicional de la leche u otros productos lácteos producidos a partir de la leche de vacas tratadas. La FDA ha determinado que el medicamento es seguro y eficaz para los usos previstos y que no existe una diferencia significativa entre las leches de las vacas tratadas con rBGH y la de las vacas no tratadas. Con base en esas determinaciones, y por las razones descritas, en esta respuesta se niega la petición.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del documento de los peticionarios y de la respuesta dada por la FDA

La tabla 9 describe ampliamente la petición que se basó en evidencia científica de mayores riesgos de desarrollar cáncer de mama, colon y próstata, derivados del consumo de leche de vacas tratadas con hormona de crecimiento bovina recombinante. Además de esto, incluía evidencia científica de anomalías en la composición de la leche tratada con la hormona como resultado de la toxicidad veterinaria ocasionada –específicamente relacionada con el aumento en los niveles de IGF-1–. La petición solicita al secretario y al comisionado que tomen acciones para suspender la aprobación de Posilac y, de igual manera, para que el etiquetado de la leche y derivados lácteos producidos con el uso de Posilac incluyan que contiene niveles elevados de IGF-1 como factor de riesgo de cáncer de mama, colon y próstata (FDA,2008).

Frente a la petición presentada al Codex Alimentarius, la Comisión en su trigésimo quinto encuentro de sesiones (FAO/OMS) solicitó al JECFA una nueva revisión de los 4 análogos de la BGH natural (somagrebove, sometribove, somavubove y somidobove) indicando la previa evaluación científica que se realizó en 1990. En resumen, lo que se le solicitó al estamento fue actualizar la evaluación para los nueve aspectos incluidos en la petición. Esta petición fue resuelta en marzo de 2016 y catalogada como DENEGADA. Se refutaron cada uno de los puntos de los solicitantes con normas y sustentos de nuevos datos de estudios que muestran variaciones poco significativas con el uso de la hormona, lo que llevó al comité a ratificar las decisiones tomadas con anterioridad.

En el ámbito social, las preocupaciones son más puntuales para los países en vía de desarrollo o desarrollados en función de su producción lechera, en exceso o en déficit, respecto a la demanda de su mercado interno. Para el caso de los países con sobreproducción el uso de la hormona preocupa por la baja de precios de los productores que da como resultado un aumento en la competencia y mayor incidencia de quiebras entre granjeros (en especial en granjas familiares). Para los países en vía de desarrollo la preocupación está orientada hacia la dependencia tecnológica, la concentración de la producción y la inequidad.

Desde principios de los años 80s varios países han determinado una serie de regulaciones sobre la rBGH para prohibir o para aprobar su uso. El primer país en recibir aprobación oficial fue Sudáfrica en 1988, le siguió Checoslovaquia (actualmente República Checa y República Eslovaca) en 1989. Posteriormente en 1990 países como Zimbabue, Namibia, Brasil, México y Bulgaria la reciben; a Jamaica se le otorgó en 1992; la Unión Europea, Costa Rica y Estados Unidos la consiguen en 1993. Finalmente, Puerto Rico y Malasia la reciben en 1994. Cabe aclarar que en la Unión Europea se impuso una moratoria para el uso de la hormona poco después de su aprobación oficial, para posteriormente prohibir su utilización, prohibición que también existe en otros países como Canadá, Australia y Nueva Zelanda, los cuales producen cantidades superiores a las que requieren para satisfacer su demanda interna.


Las rBGH están aprobadas para el uso en vacas lecheras en 21 países del mundo Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Jamaica, Líbano, México, Pakistán, Panamá, Perú, República de Corea, Sudáfrica, Uruguay, Venezuela, EE. UU y Puerto Rico. Adicionalmente en Pakistán se emplea en búfalos (FAO JECFA, 2013).

Actualmente esta molécula se sigue produciendo y se maneja como ingrediente activo de productos farmacéuticos que se comercializa bajo diferentes nombres (tabla 10), algunos se conservan desde sus orígenes como Posilac y Somatotropina bovina.

Tabla 10

Marcas comerciales de la Hormona recombinante de crecimiento bovino

Marca comercial	Fabricante	Empresa distribuidora	Características
Lactotropina	Elanco – Bayer Animal Health estadounidense	<p>Elanco Farmacéutica estadounidense de salud animal presente en más de 90 países.</p> <p>Pronaca. Empresa ecuatoriana procesadora y distribuidora de alimentos; distribuidora de insumos pecuarios. Con representación en Latinoamérica.</p> <p>Adisens. Empresa peruana dedicada a la comercialización de productos pecuarios.</p>	 <p>Ofrece un programa completo: Lactotropina Lactancia Completa, considerada como “una herramienta indispensable y completa en la producción de leche” (Contexto ganadero, 2021)</p>
Posilac *	Aniau Química Farmaceutica Nacional SA	<p>Unión Agener. Animal Health Compañía farmacéutica estadounidense que emplea la biotecnología para ponerla al servicio de la salud animal. Con representación Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Sur África, Costa Rica, El Salvador, Ecuador, Estados Unidos, Guatemala, Honduras, Jamaica, Lebanon, Malasia, México, Panamá, Perú, Pilipinas, Puerto Rico, Corea del Sur, Venezuela, Zimbabue</p>	 <p>Garantiza aumento diario de aproximadamente 10 libras de leche, reduciendo el costo de producción entre un 3% y un 5%</p>
Boostin; Boostin®-S (rBST); Boostin®- pre; Boostin® Plus; Bomate® S	LG Chem Life Sciences Ltd (Coreano)	<p>Merck & Co o MSD Farmacéutica multinacional estadounidense. Cuenta con representación en África, Europa, Asia, América del norte, Centroamérica, Sudamérica (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Panamá, Perú y Venezuela)</p> <p>Anasac Empresa chilena que cuenta con 10 subsidiarias presentes en Colombia, Argentina, Chile, Perú y China.</p> <p>LG Life Sciences Ltd. Empresa Coreana. Con representación en Asia, Europa del este, América latina, Medio África.</p> <p>Ravi Specialties Pharma Pvt Ltd. Fabricantes, exportadores, proveedores, minorista, distribuidor importador,</p>	 <p>Somatotropina bovina recombinante, inyección de liberación sostenida.</p>  <p>Contiene Somatotropina bovina recombinante (500mg) Vitamina E (1,8g) y Vehículo c. b. p. (2ml) Está recomendado para aplicar a vacas en lactación para aumentar la producción de leche.</p>

	comerciante. Establecida desde 2017 en India.		Boostin-Plus 500. Esta compuesto por somatotropina recombinante (rbST) de liberación sostenida y ácidos grasos. “Ideal para incrementar el volumen y mejorar la persistencia en la producción del ganado lechero”
	<p><u>Battilana.</u> Empresa peruana desde 1993. Distribuidores de productos pecuarios de marcas reconocidas a nivel mundial</p>		

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 10 muestra las tres marcas con que se comercializa la hormona recombinante de crecimiento bovino (rBGH), las industrias que la fabrican y quienes la distribuyen a nivel mundial. Una de las marcas comerciales más conocida y que originó fuertes controversias durante décadas es Posilac. Ofrecida a la venta por Monsanto (quien lo fabricaba en su planta de producción Elanco) fue vendida a Eli Lilly and Company quien, posteriormente, la vendió a Fernando Castro Márquez (director general de Uniao Química Farmacéutica Nacional SA) tiene sede en Brasil y opera a través de su subsidiaria estadounidense Unión Agener Inc. Esta farmacéutica –que cuenta con tecnología de punta para la producción de la hormona que comercializa a nivel mundial con las marcas comerciales Posilac® y Lactotropin– recientemente reinició la producción a gran escala de nuevos lotes de Posilac de 500ml. Además, lanzó al mercado una nueva presentación de 325 ml que se ajusta al tamaño de las vacas de América central y del sur, dado que estas son más pequeñas que las razas de Europa y Norteamérica.

También se encuentra Elanco que en el año 2018 se separa de Eli Lilly, convirtiéndose en una empresa de salud animal independiente. En el 2020 en medio de la pandemia Covid- 19, culmina la adquisición de Bayer Animal Health convirtiéndose en una compañía con mejores capacidades y alcance global para posicionarse como líder a largo plazo. Cuenta con presencia en Estados Unidos, Colombia, Ecuador, Perú Chile, México, Guatemala y España.

Por último, está LG Chem Life Sciences Ltd que desde 1994 fabrica la Somatotropina bovina con el nombre comercial Boostin, en el año 2000 logra una expansión de la planta de

agroquímicos para la producción de esta hormona y actualmente tiene la mayor participación de mercado en Corea y en otras naciones como Sudáfrica, Brasil y México.

La parte final de este capítulo hace referencia a describir las evidencias que permiten identificar las características que ubican las controversias generadas por el uso de la rBGH como una CSC y que se describen en la tabla 11.

Tabla 11

Características del uso de la hormona rBGH como una CSC

Uso de la hormona recombinante de crecimiento bovino (rBGH)	
Característica	Evidencia
Tener una base científica	-La hormona se sintetiza por medio de tecnología con ADN recombinante, se clona un segmento específico del ADN bovino en la bacteria <i>Echerichia coli K-12</i> , y como resultado se obtiene una molécula biológicamente idéntica a la natural (hormona de crecimiento producida en la hipófisis). La literatura reporta investigaciones que dan cuenta de las ventajas del uso de la hormona (Vargas, Osorio, Loaiza, Villa y Ceballos, 2006; Campos, Vélez, Hernández, García, Molina, Sánchez, Durán y Giraldo. (2015). De igual manera, hay investigaciones que están en contra de su utilización como es el caso de Kingsnorth (1998)
Ser divulgada con frecuencia por los medios de comunicación	-En la web se encuentran 1800 resultados de publicaciones relacionadas con el uso de la hormona (entre 1995 y 2018) de diferentes regiones como Canadá, México, Argentina, Chile, Ecuador, Colombia, España -Las publicaciones se realizaron en bases de datos como: Redalyc, Scielo, Dialnet, Researchgate, revistas científicas indexadas. También se encontraron repositorios y trabajos de grado.
Generar opiniones, debate, polémicas o controversias	-El uso de la rBGH genera opiniones a favor como una alternativa de mejora en la producción de carne y de leche de origen bovino, generando ganancias económicas para la industria ganadera y lechera de los diferentes contextos y avances significativos para la comunidad científica. -El uso de la rBGH genera opiniones en contra que analizan los efectos secundarios en las vacas lecheras (enfermedades podales, metabólicas, reproductivas, infecciosas, inhibición de la producción de insulina, entre otras) y en el consumidor final (seres humanos) relacionando su consumo a enfermedades como el cáncer de mama y de próstata, además de consumo de residuos de antibióticos a través de la leche.

Pueden presentar evidencias científicas o sociales incompletas	-En las publicaciones se presentan informes inconclusos, noticias de evidencias científicas y sociales que no llegan a una conclusión definitiva, sino que muestran cuestionamientos y controversias dado que presentan dudas sobre sus efectos tanto en el ganado bovino como en los seres humanos.
Pueden abordar contextos locales, nacionales o globales	-Es una problemática que ha venido generando controversia en diferentes contextos como el norteamericano, latinoamericano, europeo y asiático.
Implican valores y razonamiento ético	-Se han generado dilemas éticos frente a la manipulación genética y su efecto en los animales y seres humanos. -Se cuestiona frente a los derechos de los animales, el derecho del consumidor a ser informado. -Existen dilemas éticos frente a los resultados reales de las investigaciones frente a los efectos de la rBGH.
Pueden requerir comprensión de probabilidad y riesgo	-Mejoras en la producción lechera y de carne a costa del bienestar de las vacas y poniendo en riesgo la vida de los consumidores de leche.

Fuente: Elaboración propia

La utilización de las controversias derivadas de las dos cuestiones sociocientíficas (la Covid- 19 y el uso de la rBGH) hacen parte de contextos reales que permiten dinamizar el desarrollo de actividades de aula en las clases de ciencias naturales y vienen siendo propuestas que se alinea con lo que proponen educadores como Glaser, 1984 y Yang, 2004 como se citó en Yin-Tien Wu y Chin-Chung Tsai, 2007. Esto porque brindan a los estudiantes la posibilidad para razonar, practicar las habilidades de pensamiento y aplicar, en la resolución de problemas, lo que han aprendido. Por lo anterior, se entiende que las controversias sobre la Covid- 19 y el uso de la rBGH cuentan con los elementos considerados en la propuesta para ser abordadas con las CSC en la clase de ciencias. Sumado a esto, cabe recordar que las CSC se han entendido por variados investigadores como una forma adecuada para la práctica del razonamiento informal (Deanna Kuhn, 1993; Means y Voss, 1996, en Yin-Tien Wu y Chin-Chung Tsai, 2007) y por ende del fortalecimiento del pensamiento crítico.

Capítulo 3

Referentes Teóricos sobre Pensamiento Crítico y Razonamiento Informal y sus Relaciones con las Cuestiones Sociocientíficas en las Clases de Ciencias Naturales

En este capítulo se presenta la fundamentación teórica requerida para justificar que el razonamiento informal es un elemento, que, aunque poco promovido en la escuela, es fundamental para favorecer el pensamiento crítico (necesario para la solución de problemas y la toma de decisiones de los sujetos en los contextos donde interactúan).

En la primera parte del capítulo se revisan los aspectos relacionados con el pensamiento crítico: se parte de una exploración de la etimología de esta expresión, seguida de un breve recorrido histórico del concepto –desde los tiempos de Grecia clásica hasta la propuesta para el siglo XXI– y una revisión de este desde la mirada de diferentes autores, finalmente, se abordan los elementos del pensamiento crítico y las características de un pensador crítico.

En la segunda parte del capítulo se presentan los elementos que definen al razonamiento informal como un componente importante para el pensamiento crítico: se inicia con un rastreo del empleo del concepto por variados investigadores, luego la construcción de un paralelo estableciendo diferencias y similitudes entre el razonamiento formal e informal; posteriormente, se centra el interés en el razonamiento informal revisando su clasificación, características y los elementos que lo identifican.

En la tercera parte se retoman algunos elementos presentados en el capítulo 1 relacionados con los hallazgos en torno al PC, RI necesarios para establecer las relaciones emergentes entre las competencias de PC propuestas por Torres y Solbes y las HRI propuestas por Toulmin y trabajadas por otros investigadores (incluida la autora de esta investigación). Lo anterior, en conjunto, permite ratificar la hipótesis del presente trabajo.

Sobre el Pensamiento Crítico (PC)

Etimológicamente, la palabra “crítico” deriva del griego *kritikós* que significa “crítico” – que juzga adecuadamente– y la palabra “crítica” del griego (*krísis, kritiké*). El término *Kritike* – crítico– traduce el “arte del juicio” que en palabras de Agustín Campos (2015. p.19) es “*la aplicación o uso de nuestro propio juicio en la toma de acción de aceptación o rechazo de una información*”. Este surge hace más de dos mil años como resultado de preocupaciones intelectuales específicas que permiten hablar de un concepto clásico de “crítica”. Esto pues, aunque no hay claridad del momento en el que estos términos surgen como una disciplina particular, se entiende que es con la obra de Aristóteles que el concepto “crítica” se consolida completamente como tal. Los discípulos de este filósofo –divididos en tres ramas: *philólokou* (amante de los libros), *grammatikoi* (estudiosos de las letras, es decir, letrados) y *kriptikoi* (discernidores o discretos)– alcanzaban por medio de la disciplina y formación llegar al discernimiento (krísis) de buenos autores y libros. Al alcanzar esta hazaña, que no es otra cosa que la capacidad de distinguir entre los autores que escriben y piensan bien y los que lo hacen de una manera regular, eran considerados como “críticos” (*kritikós*) (Carretero, 2003). Por otro lado, la palabra pensamiento viene del verbo latino *penso* que significa, según la Real Academia de la Lengua (1970), imaginar, discurrir, imaginar; examinar con cuidado una idea para formular un dictamen. A partir de estos orígenes y a través de los diferentes contextos en la historia podemos ver como estos dos conceptos, integrados en uno en la forma del pensamiento crítico, van cobrando importancia.

Para comprender los principios y teorías que sustentan el surgimiento del pensamiento crítico se hace necesario remitirnos a la Grecia clásica donde, en tiempos de Sócrates, nace la preocupación por el desarrollo del pensamiento. Este filósofo no en vano ha sido considerado el principal precursor del pensamiento crítico por el desafío que mantuvo frente a las ideas y pensamientos de su época y por su práctica del raciocinio y análisis. Sócrates empleaba el método

de la Mayéutica que a partir de preguntas pretendía lograr que las personas se preocupasen por su propia interioridad. Esto de tal manera que pudieran conocerse a sí mismos hasta ser conscientes de su propia ignorancia, proceso que consideraba necesario para lograr llegar a conocer la verdad (Tamayo et al., 2014). En este punto es importante listar las pretensiones de Sócrates – muy claramente descritas por Blanco y Blanco (2010), González (1969) y sintetizadas por Tamayo (2014)– que validan el considerarlo como pionero del desarrollo del pensamiento crítico:

- Insistió en la necesidad de tener un pensamiento claro, lógico y consciente
- Resaltó la importancia de buscar evidencias, examinar de manera minuciosa el razonamiento y las premisas, analizar los conceptos básicos y desagregar las implicaciones de lo que se dice y se hace.
- Invitó de forma constante a la exploración de la naturaleza de la verdad; logrando una transformación de la opinión en concepto, de la discusión en diálogo, de la habilidad en virtud y de la retórica en ética.
- Reivindicó el valor de la ignorancia consiente bajo el lema “sólo sé que nada sé”
- Se hizo cargo de la misión de despertar en sus ciudadanos el interés por el conocimiento y por la verdad.
- Adoptó como lema la inscripción del templo de Apolo en Delfos: “conócete a ti mismo” estando inmerso en el problema general de la sofística

Sabemos que Sócrates no dejó evidencia escrita de sus postulados y que fueron sus discípulos los que asumieron esta tarea: Platón registró y difundió los de Sócrates y Aristóteles los de Platón (Campos, 2007 como se citó en Tamayo, 2014). Respecto a estos dos pensadores que dieron continuidad a las ideas de Sócrates, podemos decir que en los planteamientos de Platón se pueden reconocer categorías que permiten identificar su interés por lograr en sus alumnos el empleo

de ciertas habilidades propias del pensamiento crítico, entre ellas: la reflexión, la comparación, la experiencia, la razón y la interrogación. En cuanto a Aristóteles, él reconoce en el ser humano la presencia de sentimientos, emociones, la capacidad de pensar, de razonar y de adquirir un estado o nivel de conciencia que le permitirán entender de manera consciente todos los procesos a los que se ve enfrentado durante su interacción con la sociedad y con el mundo (Tamayo et al., 2014). Los planteamientos de estos dos filósofos toman gran relevancia para la defensa de la hipótesis planteada por la autora de esta investigación.

Continuando en Grecia, no se puede olvidar el aporte de los Sofistas reconocidos como los maestros de la retórica. Precisamente este concepto (al igual que los expuestos anteriormente) cobra un valor significativo en el desarrollo del pensamiento crítico, la retórica es entendida como el arte de la persuasión por medio del discurso oral, en palabras de Tamayo et al., 2014.

“[...] es entenderla como la capacidad para proponer y comprender críticamente argumentos complejos sobre las formas de entender la realidad y las relaciones dentro de la sociedad; en la cual la posibilidad de participación de las personas debe ser reflexionada y defendida [...]”. (p. 49)

Otros aportes importantes para el desarrollo del pensamiento crítico, también se suscitaron en el periodo de la escolástica, específicamente la razón se constituyó en un factor primordial para el desarrollo de la sociedad. El método empleado comparte nombre con el periodo, consistía en formular una pregunta y presentar citas contradictorias a esta para así llegar a conclusiones, el proceso exigía un pensamiento analítico y riguroso y se constituyó como el modo de aprendizaje básico de las universidades del momento. Como afirma Tamayo (2014), ha sido a través del ejercicio de análisis de pensadores contemporáneos a la luz de lo que se entiende actualmente como pensamiento crítico que personajes como Tredici (1950, como se citó en Tamayo et al., 2014) han inferido en la escolástica algunas características propias del PC. Cabe agregar que hay otras que

tienen que ver con el reconocimiento que hace Santo Thomas de Aquino a las necesidades de reflexión, abstracción y entendimiento, que igualmente son vigentes en las teorías actuales del pensamiento crítico. Con esto se ratifica la importancia de los aportes de este periodo de la historia.

En esta época una de las mayores preocupaciones fue la conservación de la práctica del pensamiento crítico. La evidencia a partir de la experiencia (experimentos) y la observación cobró un valor fundamental en el proceso de pensamiento humano como Hume (1748) muy bien lo describe en sus planteamientos. Aportes importantes para el desarrollo del pensamiento crítico se plantearon a partir de las ideas de Bacon y Descartes. A Bacon se le reconoce su interés constante por el desarrollo científico al servicio del hombre y la proposición de un método inductivo para el conocimiento científico. En su obra *Novum Organum* destaca la importancia de realizar observaciones precisas y experimentales en la ciencia dado que el razonamiento inductivo y el pensamiento empírico eran fundamentales para su desarrollo. A la luz de sus planteamientos Omnes (1994) afirma que en ellos se puede evidenciar una característica propia del pensamiento crítico: la capacidad de juzgar y evaluar (Tamayo, 2014). De otro lado, Descartes, sin desconocer la importancia de la observación, desarrolló el método de pensamiento deductivo donde la duda es la única que permitirá llegar a la verdad de un asunto, de tal manera que se debe rechazar todo aquello donde exista la menor duda (Descartes, 2018). Aspecto que se convirtió en uno de los principales aportes para el desarrollo del pensamiento crítico respecto a la necesidad de interrogar y problematizar frente a una determinada situación.

Durante el periodo de la ilustración –que surgió como movimiento intelectual y cultural caracterizado por un pensamiento crítico y reformista donde la razón prevaleció como poder para la transformación de la sociedad– las ideas que se rescatan como aporte al pensamiento crítico corresponden a las de Kant. El uso que este da a la razón y a los juicios a priori, en la actualidad, corresponderían a las posturas del sujeto, como resultado de sus presaberes.

En el periodo denominado Positivismo los aportes más significativos para el desarrollo del pensamiento crítico hacen referencia a la necesidad de explicar la realidad a la luz de la observación y de la experimentación. Es decir, el método científico cobra gran importancia para la ciencia dado que esta era la única forma de acercarse al conocimiento (Tamayo, 2014).

Para el Siglo XX, en el campo educativo, se destacan los aportes de John Dewey. Este filósofo, psicólogo y pensador de la educación, ejemplifica el vínculo social entre la ciencia, la reforma social y la educación durante la era progresiva. Hace una propuesta metodológica a partir de cinco pasos y se opone al autoritarismo:

1. Partir de alguna experiencia actual y real del niño.
2. Identificar algún problema o dificultad suscitados a partir de esa experiencia.
3. Inspeccionar los datos disponibles, plantear soluciones viables a dicha problemática o dificultad.
4. Formular la hipótesis de solución.
5. Poner a prueba la hipótesis.

Su propuesta educativa buscaba un aprendizaje que tuviera como prioridad diversas actividades en lugar de contenidos rígidos donde predomina la teoría y no se propicia la actividad mental. Lo anterior evidencia una cercana relación entre la teoría y la práctica, de tal manera que se favorecía que a los estudiantes se les hicieran parte de construcción y apropiación del conocimiento. Por lo anterior, Tamayo cita a Capossela (2000) quien afirma que es Dewey quien introduce el término pensamiento crítico como sinónimo de resolución de problemas, indagación y reflexión.

El anterior recorrido histórico permite dar cuenta del interés que ha venido suscitando el PC en la educación. En este sentido, cobra importancia el trabajo de Boisvert, 1999, como se citó en Vieira, et al., 2011, quien organiza la evolución del PC en tres fases: i) antes de la década de

los 80s, cuando la educación se centraba en las habilidades del PC que podían elegirse como objetivos y verse como un fin en sí mismo; (ii) durante la década de los 80s cuando la atención se centró en los procesos de PC y creativo requeridos para la resolución de problemas, la toma de decisiones y la investigación , donde el aprendizaje cooperativo y los organizadores gráficos sobresalieron como innovaciones pedagógicas para fomentarlos; y, (iii) que inicia en la década de los 90s, se caracteriza por la atención e importancia que se le otorga al uso de los procesos y habilidades de PC en diferentes situaciones en el ámbito escolar y de la vida personal de los estudiantes. Este último periodo también resalta por la insistencia en el uso creativo y la transferencia de estas habilidades de pensamiento como un medio de reflexión metacognitiva, en el que se espera que los estudiantes asuman sus propios procesos de pensamiento y estén mejor informados sobre las estrategias de pensamiento que emplean las demás personas.

Características del Pensamiento Crítico

Definir “pensamiento crítico” no ha resultado una tarea fácil, dado que este término ha sido asumido desde diferentes corrientes. Para esta investigación en particular, es conveniente asumirlo desde la filosofía, la psicología y la pedagogía toda vez que el interés de la autora se ubica en la relación del pensamiento crítico con los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Desde esta perspectiva, en la tabla 12 se presenta de manera sucinta la definición de acuerdo con el punto de vista diferentes investigadores.

Tabla 12

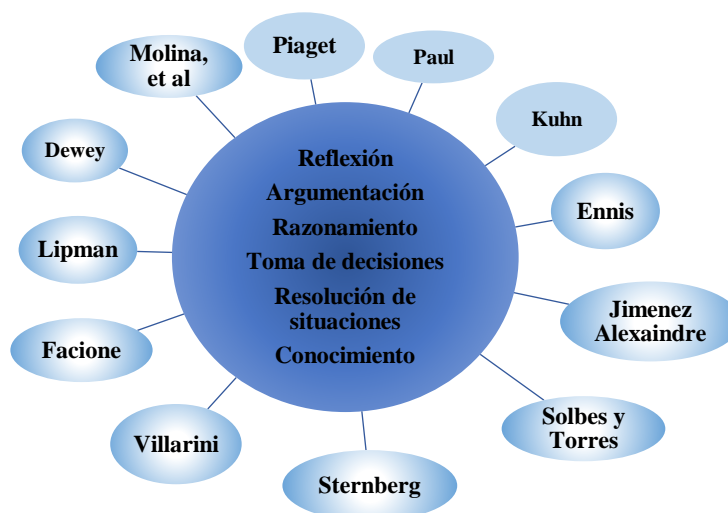
Definiciones de pensamiento crítico de diferentes teóricos

AUTOR	DEFINICIÓN PC
PIAGET	Define el pensamiento crítico como “[...] el segundo objetivo de la educación es formar mentes capaces de ejercer la crítica, que puedan comprobar por sí mismos lo que se les presenta y no aceptarlo simplemente sin más” (Piaget, 1980 , p110.)
Lipman M.	Lo define como un pensamiento que facilita el juicio porque se basa en criterios; es autocorrectivo y sensible al contexto (Lipman, 1991, p 174)
Richard Paul y Linda Elder	Es un modo de pensar sobre cualquier tema, contenido o problema en el cual el pensante mejora la calidad de su pensamiento al apoderarse de las estructuras inherentes al acto de pensar y al someterlas a estándares intelectuales (Paul y Elder, 2003, p.4)
ENNIS	Pensamiento de carácter racional y reflexivo encaminado a la toma de decisiones en cuanto al hacer y al creer. Está constituido por disposiciones que hacen parte de sus componentes. (Ennis,1985, citado por Boisvert, Jacques, 1999. p. 16)
Deanna Kuhn	Lo considera como una forma de argumento razonado sustentado en el examen de las pruebas.
Dewey	La considera como una acción activa, persistente y cuidadosa de una creencia o de una forma supuesta del conocimiento a la luz de los fundamentos que lo sustentan y a las conclusiones a las que se dirige.
Asociación Filosófica Americana (1990) en Facione (2007)	Juicio deliberado y autorregulado empleado para interpretar, analizar e inferir, además de explicar las consideraciones a nivel conceptual, de criterio, de evidencia y contextuales en las que se basa dicho juicio.
Sternberg (1986)	Lo considera como un conjunto de procesos, estrategias y representaciones mentales que puede emplear un individuo ya sea para la resolución de problemas, la toma de decisiones o la manera de aprender conceptos nuevos. (Stemberg, 1986, p. 3)
Villarini (2003)	Capacidad de pensamiento cuyo origen es la metacognición y el individuo lo emplea para auto examinarse y autoevaluarse.
Jiménez-Aleixandre (2010)	Capacidad que tienen los individuos para desarrollar una opinión independiente, adquiriendo la habilidad de reflexionar acerca de la realidad y participar de ella.
Solbes & Torres (2012)	En el contexto de las CSC, es el conjunto de capacidades que tienen los sujetos para estructurar su propia forma de pensar que les permite distinguir la veracidad de los argumentos, tomar posturas frente a situaciones sociales para llevar a cabo un papel activo en las decisiones culturales y científicas asumidas desde una responsabilidad social.
Molina, Morales y Valenzuela (2016)	Un tipo de pensamiento requerido para ejecutar diversas habilidades cognitivas y disposiciones con el ánimo de reflexionar acerca de una determinada situación en términos de darle una solución o emitir un juicio.

Las concepciones descritas en la tabla 12 permite establecer puntos de encuentro en las propuestas de los diferentes autores, las cuales se señalan en la figura 13.

Figura 13

Puntos de encuentro entre la definición de pensamiento crítico de algunos autores



Fuente: Elaboración propia.

La figura muestra los puntos de encuentro entre las definiciones propuestas por diferentes investigadores donde se destaca la reflexión, el razonamiento, la argumentación, el conocimiento y la toma de decisiones. Estos elementos han sido tomados en cuenta para la fundamentación teórica de muchas investigaciones en el ámbito de la educación científica. Dichas investigaciones que dan cuenta del interés por favorecer el pensamiento crítico que, como ya se ha mencionado, hace parte de una de las principales preocupaciones de las comunidades científicas y de entidades internacionales. Esto pues se aleja de los planes de estudios (Montoya, 2006; Muñoz et al., 2006; Jiménez-Alexandre, 2010) y hoy en día se hace indispensable para que los individuos puedan hacer frente a los desafíos que trae la modernidad con relación al impacto de la C&T en la sociedad y en el ambiente de los diferentes contextos donde interactúan los sujetos. El mencionado interés ha

ocasionado en los últimos años un incremento en el número de investigaciones desde las diferentes disciplinas donde se suscitan (filosofía, sociología, psicología, pedagogía, etc.). En este sentido, Martín y Barrientos (2009) señalan que la filosofía lo aborda desde los aspectos ontológicos y epistemológicos; la psicología se ha caracterizado por indagar sobre las capacidades, las funciones cognitivas y los procesos de resolución de problemas; los pedagogos han proyectado sus reflexiones hacia los aspectos relacionados con la escolarización y las prácticas pedagógicas transformadoras.

En el capítulo 1 de este documento se presentó una revisión bibliográfica que da cuenta de un número significativo de investigaciones en torno al pensamiento crítico y a las CSC en la educación en ciencias y que se ubican principalmente en dos aspectos. El primero es la fundamentación teórica con sustento filosófico, psicológico y pedagógico. El segundo las investigaciones enfocadas a plantear estrategias didácticas que buscan fortalecer en diseño curricular en ciencias y favorecer la alfabetización científica, la toma de decisiones, la educación en valores y la argumentación en los estudiantes. Esto de tal forma que se atienda a la preocupación de la educación en ciencias respecto a la necesidad de educar en pensamiento crítico.

Otros elementos importantes que se puede extraer de las propuestas de los autores que se presentan en la tabla 9 son los aspectos que caracterizan el pensamiento crítico. En este sentido cada autor plantea unos elementos derivados de sus investigaciones y que se presentan a continuación.

Paul y Elder (2006) proponen algunos componentes del pensamiento crítico que permiten su diferenciación de otros tipos de pensamiento y que han sido aceptados por otros investigadores del pensamiento crítico como Facione (1999); Ennis (2001); Sternberg y Zhang (2001). Estos son:

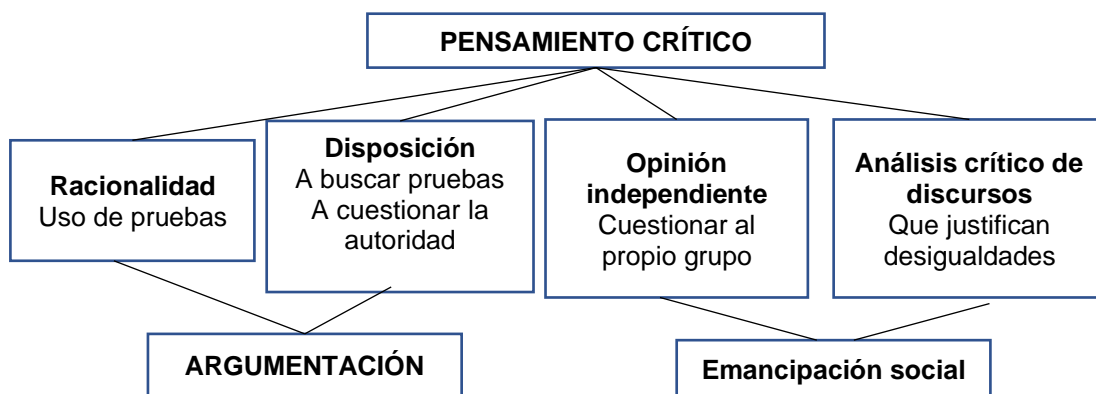
1. Propósito, que hace referencia a la meta u objetivo que se pretende alcanzar;
2. Pregunta en cuestión, que es el problema o asunto para tratar;

3. Información, que puede estar representada en datos, hechos, observaciones o experiencias;
4. Interpretación o inferencia, se refiere al planteamiento de conclusiones o soluciones a los problemas;
5. Conceptos que son los referidos en las teorías, definiciones, axiomas, leyes, principios o modelos;
6. Supuestos que son presuposiciones, es decir lo que se acepta como dado;
7. Implicaciones y consecuencias, que hacen referencia a la manera cómo afectan la información; y finalmente,
8. Puntos de vista que son los marcos de referencia, perspectiva u orientación.

Por su parte, Jiménez- Aleixandre y Piug (2010) proponen 4 elementos del pensamiento crítico que están relacionados con la argumentación y con la emancipación social y se encuentran interconectados y en ocasiones se solapan entre sí, como se muestra en la figura 14.

Figura 14

Componentes del pensamiento crítico.



Fuente: Jiménez -Aleixandre y Piug (2010)

El segundo aspecto importante para tener en cuenta hace referencia a las características y disposiciones de un pensador crítico. Para Ennis (2002) y Paul (1992), un pensador crítico es

aquella persona que es capaz de identificar conclusiones, razones o premisas; está bien informado; juzga apropiadamente la calidad de un argumento; actúa de manera justa; dispone de independencia, coraje, empatía y perseverancia intelectual; juzga la credibilidad de toda fuente de información y es de mente abierta.

Para Facione (2007) otros elementos importantes que caracterizan a un pensador crítico son la flexibilidad al considerar alternativas y opiniones; la honestidad con la que enfrenta las propias predisposiciones; la prudencia al realizar, postergar o alterar juicios; la capacidad de comprender las opiniones de otras personas y la confianza en los procesos de investigación razonados.

Para Torres y Solbes (2012)⁷ un pensador crítico requiere tener las siguientes competencias:

1. Entender la ciencia como actividad humana donde se establecen sin número de relaciones con la tecnología, la sociedad y el ambiente. Tener en cuenta la existencia de controversias sociales (problemáticas sociocientíficas) con sus bases en nociones científicas.
2. Mantenerse informado sobre el tema sin limitarse al discurso dominante conociendo diferentes posturas y cuestionado la validez de los argumentos, rechazar conclusiones que no estén basadas en pruebas, identificar falacias argumentativas, evaluar la credibilidad de las fuentes considerando los intereses subyacentes y crear argumentaciones sólidas.
3. Estudiar el problema sociocientífico integralmente, en su complejidad, de tal manera que se tomen en cuenta las diferentes dimensiones (científicas, técnicas, éticas, culturales, filosóficas, sociales, económicas, ambientales, entre otras).

⁷ Proponen estas competencias como necesarias para el desarrollo del pensamiento crítico en el ámbito de las CSC. Las configuraron y caracterizaron en estudiantes de sexto semestre de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Tunja (Bogotá- Colombia)

4. Valorar y elaborar juicios éticos en torno a la CSC considerando la contribución de estos a la satisfacción de las necesidades de la humanidad y a la solución de los problemas globales.
5. Construir adecuadamente planteamientos y conclusiones sustentados que orienten la toma de decisiones fundamentadas a promover acciones en pro de la calidad de vida y de la transformación de su realidad de tal forma que se solucionen las diversas situaciones tanto a nivel personal, familiar como laboral (a futuro). (Solbes y Torres, 2012. 252)

El tercero y último aspecto hace referencia a los tipos de pensador que el sociólogo C.

Wright Mill propone (Fernández y Almaraz, 1995, como se citó en Carretero et al., 1995. p. 244):

- *Pensadores vulgares*, quienes se guían por eslóganes y frases ya elaboradas del tipo: “las mujeres son todas iguales”, sin prestar atención a los argumentos ni a los datos del contrario.
- *Pensadores sofisticados*, este tipo de pensador tiene desarrolladas sus habilidades cognoscitivas, son creativos e inteligentes, pero solo se preocupan por demostrar la falsedad y la debilidad del adversario, sin pensar en ningún momento que su propio punto de vista puede estar equivocado.
- *Pensadores críticos*, este tipo de pensador, a diferencia de los dos anteriores intenta adoptar y empatizar con el punto de vista de su contrincante para encontrar la lógica y coherencia de sus argumentos.

De los anteriores tipos de pensador, el último, es decir el pensador crítico, es el que se requiere formar para que pueda afrontar los retos que trae consigo la modernidad, necesidad que

se ha hecho pública desde los objetivos que se han planteado tanto la enseñanza de las ciencias como La UNESCO a través de su programa ECM (ambos mencionados ya en este escrito).

Sobre el Razonamiento Informal

El razonamiento es un concepto que desde la antigüedad se ha venido relacionando con los procesos de construcción y evaluación de argumentos (Shaw, 1996; Sanz, 2001; Toulmin, 1978). Comúnmente se habla de dos tipos de razonamiento: el formal y el informal. Ambos, por lo general, se encuentran en la literatura denominados de manera indistinta como lógica o razonamiento formal y lógica o razonamiento informal, como se evidenciará a lo largo de este escrito. Sobre el primero hay un gran número de investigaciones que dan cuenta de su importancia para comprender la manera como razonan los seres humanos. Como lo evidencia Pedretti y Nazir (2011) en una publicación donde presentan el estado de los últimos cuarenta años del enfoque CTSA, el papel del razonamiento, específicamente el lógico o formal, venía disfrutando de una aceptación y reconocimiento dentro de las CSC. Allí analizan, entre otros aspectos, los aportes del razonamiento lógico en la manera como se pueden aprovechar de una mejor manera los problemas sociocientíficos en las aulas de ciencias⁸ con el objetivo de mejorar la comprensión de los estudiantes en determinados temas. Esto además de favorecer la toma de decisiones –uno de los principios básicos del razonamiento lógico-, respondiendo al objetivo de la educación científica. Por ejemplo, se sugiere que a partir de una temática relacionada con los efectos fisiológicos del alcohol podría ser empleada para enseñar los sistemas del cuerpo humano; la prueba del alcoholímetro para conceptos básicos de química y electricidad. De acuerdo con lo anterior, entender la ciencia a partir de un problema y practicar las reglas de la lógica llevaría a los estudiantes a la toma de decisiones informadas sobre el uso y abuso del alcohol. En este sentido, la

⁸ En 1992, Aikenhead propuso que el razonamiento lógico de los problemas sociocientíficos podrían ser utilizado como un organizador para los currículos de ciencias.

compresión racional y científica sobre un tema está fuertemente relacionada a la toma de decisiones positivas sobre dicho tema.

En este mismo estudio, las autoras citadas nombran otras investigaciones que dan cuenta de la importancia del razonamiento lógico en el desarrollo de competencias en los estudiantes para negociar y tomar decisiones en el marco de CTSA. Estos estudios ponen en evidencia que el mencionado tipo de razonamiento representa una de las corrientes más fuertes de este enfoque y que es aceptado ampliamente por las sociedades modernas. Pese a esto, el uso del razonamiento lógico para estos fines ha recibido tres tipos de críticas. La primera está relacionada con el creciente número de filósofos como Gailligan (1997) y Noddings (2002) que han cuestionado las limitaciones epistemológicas de comparar el pensamiento lógico con la racionalidad y lo apropiado de continuar privilegiando su uso en la sociedad. Esto dado que los factores no lógicos (sentimientos, valores, espiritualidad, normas culturales y la política), tan importantes como la lógica, también son factores que la gente considera en su razonamiento y que deberían ser tomados en cuenta en la educación (tema que es poco mencionado en la literatura sobre razonamiento lógico). La segunda surge de la suposición de que una mayor comprensión de la ciencia a partir de un problema mejora las habilidades para la toma de decisiones de las personas (aspecto que no ha sido confirmado por las investigaciones). La tercera crítica surge de los investigadores que muestran preocupación por la urgencia de atender las necesidades emocionales, estéticas y culturales de los estudiantes -mencionadas anteriormente-. En conclusión, se puede decir que: de seguir empleando actividades limitadas sobre el razonamiento lógico en la enseñanza de las ciencias, lo que se podría obtener- sin ser el objetivo del este tipo de razonamiento- sería apoyar una visión fría, lineal y mecanicista de la ciencia en lugar de una visión humanista, además de desvalorizar los sentimientos y la moral entre otras consecuencias (Pedretti y Nazir, 2011).

Como respuesta a estas críticas, las corrientes centradas en los valores socioculturales y los relacionados con la socio-ecojusticia han venido emergiendo y evolucionando de tal forma que en las últimas décadas han surgido nuevas propuestas por investigar otras formas de razonamiento diferentes al formal. Por ejemplo: Perelman, 1981, traducción de González, 2007) afirma que [...] “la lógica informal es la lógica que justifica la acción, que permite zanjar una controversia, tomar una decisión razonable” [...]; Sánchez, (2005) afirma que los objetos del estudio de la lógica informal son los argumentos de la vida real, presentados en lenguajes naturales de cualquier campo; Walton, 1989, como se citó en Freeman, 1990) indica que la lógica informal se interesa en presentar herramientas para el análisis crítico de los argumentos en cuanto a su estructura, explicitación y valoración de premisas, reparación de argumentos y reconocimiento de falacias, entre otros; en palabras de García (2007) la lógica informal es un movimiento reciente y fuerte que aplica la lógica formal a la vida y a las relaciones humanas mediante el desarrollo y aplicación de herramientas que sirvan para analizar y valorar los argumentos que emergen de los lenguajes cotidianos, enfatizando en el estudio de las falacias, la argumentación, el pensamiento crítico y la solución de problemas, entre otros.

Por su parte, Harada (2009) afirma que, a diferencia de la lógica formal los objetos de estudio de la lógica informal son los argumentos y que no se reduce a una aplicación práctica o al lenguaje ordinario con fines estrictamente didácticos, como algunos filósofos han querido hacer ver. Es más, es justamente este aspecto el que retoma Harada para analizar la emergencia del razonamiento informal y al respecto presenta una síntesis donde expone las tres razones de su surgimiento con las que pretende desmentir esta idea:

(i) Razones pedagógicas (entre los años 60 y 80). Como producto de la insatisfacción que ocasionaban a los profesores los bajos resultados, falta de interés de los estudiantes por la materia ya que no se les preparaba para afrontar los problemas cotidianos, ni para tomar decisiones frente

a ellos. De esta forma se hizo urgente buscar un tipo de lógica que permitiera el uso de un lenguaje natural para suplir esas necesidades.

(ii) Razones sociales y políticas. Las evidencias se pueden obtener de los primeros libros de textos escritos sobre lógica informal de Howard Kahane en 1970 donde la autora señala que el libro se escribió en un contexto político y social: los estudiantes participaban de manifestaciones en las que exigían que sus cursos satisficieran sus necesidades como ciudadanos y el libro fue una respuesta a esta exigencia. El libro también involucraba aspectos relacionados con la teoría de las falacias que fue empleada para enfrentar las acometidas de la publicidad comercial y propaganda política transmitida a través de los medios de comunicación masiva de la época.

(iii) Razones filosóficas. El autor las presenta en 4 categorías de antecedentes siendo la primera la filosofía del lenguaje ordinario (reacción presentada dentro de la tradición anglosajona durante los años 40s y 50s en oposición a la concepción que el atomismo, positivismo y empirismo lógicos tenían del lenguaje, la ciencia y la filosofía). Estas razones se pueden interpretar en los nuevos libros de texto que con el tiempo fueron reconocidos como representativos de la lógica informal cuya característica principal es que emplean ejemplos reales en lugar de ejemplos artificiales o inventados por el autor. La segunda corresponde a la teoría de la argumentación que se fundamenta en las investigaciones y publicaciones realizadas por autores como Perelman y Olbrechts-Tyteca; Toulmin; Toulmin et al., Los trabajos de estos mostraron oposición y crítica a la lógica formal presentando las bondades de la lógica informal y solo fueron acogidos a partir de los años 80s. La tercera hace alusión al pragmatismo sustentado en algunas publicaciones de Dewey donde se cuestiona la lógica formal, la lógica moderna, simbólica o matemática, especialmente por estar alejada del lenguaje ordinario y porque no suministraba elementos para ayudar a solucionar problemas prácticos. Finalmente, la cuarta corresponde a Aristóteles a quien

se le atribuye los orígenes de la lógica informal, pues se evidenciaba en sus escritos (como los trabajos agrupados en su obra *Organon*) cuyos desarrollos alcanzaban la argumentación.

Algunas de las anteriores razones se pueden corroborar en la obra de Lipman *Pensamiento complejo y educación*, en la cual indica que la lógica informal nace del seno de un grupo de lógicos de la lógica clásica que se oponían a los parámetros establecidos por esta. Ellos pensaban que si la lógica quería servir para mejorar el razonamiento en el aula debía volcarse hacia el lenguaje natural o cotidiano. Lo anterior de tal forma que en 1978 se celebra un congreso en la Universidad de Windsor (Canadá) a raíz del cual surge la revista *News letter of Informal Logic* (que fue llamada después *Journal of Informal Logic*). En el primer ejemplar de la revista inicial se publica el lema de esta nueva corriente:

Nuestra concepción es abierta y liberal, y abarca desde aquellas cuestiones teóricas como la teoría de la falacia y del argumento, pasando por los aspectos prácticos (por ejemplo, cómo mejorar la estructura de los argumentos cotidianos) hasta las preocupaciones pedagógicas (cómo diseñar cursos de pensamiento crítico; qué materiales curriculares emplear. Lipman, 1998, p. 167).

Ennis, Toulmin y Paul, proponen estudiar todas las posibles formas de razonamiento toda vez que se entienden como procesos fundamentales del pensamiento. Su propuesta trasciende el razonamiento deductivo dado que este no da cuenta de los modos de razonamiento cotidiano que son en su mayoría de naturaleza inductiva (Da Dalt, 2013, p. 98; Green, 1994, como se citó en Shaw, 1996).

Teniendo en cuenta los antecedentes de la lógica formal e informal respecto a su concepción como razonamiento, en la literatura se encuentran muchos elementos que permiten establecer comparaciones entre estas dos formas de razonamiento, algunos muestran puntos en común y otros logran identificar algunas distinciones, como se muestra a continuación.

Tabla 13

Diferencias y puntos de encuentro entre razonamiento formal e informal.

DIFERENCIAS	
Razonamiento formal	Razonamiento informal
Es equivalente al matemático, al algorítmico	Es un razonamiento reflexivo
Sinónimo de deductivo	Se presenta en situaciones no deductivas
Sus problemas están bien definidos⁹ y las premisas son siempre explícitas y claras.	Los problemas no están bien definidos, sino mal estructurados Implican la generación y evaluación de la posición en respuesta a problemas complejos que carecen de soluciones claras (Perkins, Farady & Bushey, 1991; Sadler, 2004).
Las premisas son siempre fijas e invariables y las conclusiones son derivaciones necesarias.	Las premisas pueden no estar explícitamente establecidas en sus tareas, lo que ocasiona que las conclusiones de los argumentos no pueden ser demarcadas.
Es algo rígido y circunscrito a una situación determinada.	Es abierto en lugar de algorítmico (Johnson y Blair, como se citó en Voss et al, 1991).
Toda la información que se debe considerar se establece explícitamente en el problema; el sujeto no requiere de la búsqueda en la memoria, ni consultar otras fuentes relevantes (Galotti, 1989).	Permite la variación en sus premisas en la medida en que hay acceso a nueva información y sus conclusiones no se derivan necesariamente de estas premisas, la cuales son evidentes en sí mismas (Zohar y Nemet, 2002, citado por Torres, 2016). El razonador se ve obligado a buscar información relevante (Galotti, 1989)
Puede estar asociado a las reglas de la lógica de la matemática que permiten el desarrollo científico.	Surge de la idea de estudiar los procesos de inferencia en la acción y medio natural de la vida cotidiana (planifica, asumir compromisos, evaluar argumentos, describir y elegir opciones (Galotti, 1989).
Se da por supuesto que, si el contenido de las premisas es verdadero, la conclusión que se infiere es válida (Sanz, 2001)	Se usa frecuentemente en situaciones donde existen razones que apoyan y están en contra de la conclusión, como tomar decisiones sobre qué creer o qué acciones tomar (Shaw, 1996)
La tarea del sujeto es sacar conclusiones lógicamente necesarias de las premisas dadas. (Johnson y Blair en Voss et al, 1991)	La tarea del individuo es usar su conocimiento para identificar premisas relevantes para una proposición particular y construir líneas de argumentación aceptables. (Johnson y Blair como se citó en Voss et al, 1991)
PUNTOS EN COMÚN	
Se reconocen como procesos racionales de construcción y evaluación de argumentos (Deanna Kuhn, 1993)	
Tienen en cuenta la importancia del contenido y la importancia del contexto del problema o tarea.	
Buscan explicar el razonamiento del ser humano.	

Fuente. A partir de Zeidler (2005).

⁹ Los problemas bien definidos tienen la información dada (Glass, Holyoak y Santa, 1979), los movimientos u operaciones legales y el estado o estados de las metas u objetivos completamente especificados; mientras que los mal definidos dejan uno o más de estos aspectos sin especificar.

La información que suministra la tabla 13 permite presentar las concepciones que tienen algunos autores frente al razonamiento informal. Galotti (1989) lo identifica con el razonamiento empleado en la vida cotidiana e indica que el pensamiento crítico en su uso cotidiano es un ejemplo de razonamiento informal. Cabe resaltar que para otros teóricos no hay distinción entre pensamiento y razonamiento y si la hay es muy poca (Boole, 1854, como se citó en Dellarosa, 1988). En tanto para Sadler y Zeidler (2005) son los razonamientos sobre las ventajas y desventajas de tomar una u otra decisión frente a situaciones de naturaleza abierta y controvertida que carecen de soluciones claras y que traen fuertes implicaciones personales y sociales. En palabras de Voss et al., (1991)

“el razonamiento informal es el que ocurre fuera de los contextos formales de las matemáticas y la lógica simbólica. Implica razonar acerca de las causas y consecuencias; las ventajas y desventajas; los pros y los contras de proposiciones particulares o alternativas de decisión” (p.133). Para estos autores, el razonamiento informal surge de la retórica de Aristóteles y no de su lógica (xiv).

Inch y Warnick (1988) consideran que el razonamiento informal es la capacidad que se tiene no solo para elaborar argumentos intencionados, sino para defenderlos frente a otros y evaluarlos de acuerdo con la información que se encuentre disponible para llegar a una conclusión. Para Toulmin et al., 1978 los argumentos son cadenas de razonamiento, en este sentido una cadena de razonamiento es la secuencia de afirmaciones y razones entrelazadas que establecen el contenido y la fuerza de la posición del sujeto que está argumentando. Para Deanna Kuhn (1993) las habilidades para reconocer la posible falsedad de una teoría y para identificar la evidencia capaz de refutarla son habilidades fundamentales que se encuentran en el razonamiento (informal y científico) y en el pensamiento crítico. Por su parte Sanz (2001) indica que la argumentación es

una forma de razonamiento informal o cotidiano que requiere un sujeto para abordar situaciones sociales y personales controvertidas.

El razonamiento informal cobra importancia cuando la información es menos accesible o cuando los problemas se tornan más abiertos, discutibles, complejos o mal estructurados y en especial cuando para su solución requiere por parte del individuo la elaboración de un argumento que apoye su reclamación (Means y Voss, 1996, citado por Sadler, 2004). Su objeto de estudio son los argumentos, en cuanto a sus aspectos semánticos, retóricos, pragmáticos y dialógicos.

Un aspecto importante del razonamiento informal es que tiene en cuenta el contenido sobre el que se razona, las limitaciones que involucra en el contexto en el que el sujeto se desenvuelve, así como la importancia de controlar las creencias, motivaciones y afectos que pueden influir en la manera en que éste emplea sus capacidades de razonamiento (Klaczynski, 1997; Kunda, 1990; Klaczynski y Gordon, 1996; Shaw, 1996) en Limón (1998)

Otro aspecto importante para tener en cuenta sobre este razonamiento son sus características básicas:

1. Se aplica a situaciones de la vida cotidiana, por tal razón incluye aspectos relacionados con la vida o con problemas o decisiones que surgen a partir de la cotidianidad.

2. Se aplica a cuestiones relevantes para quien realiza el razonamiento, por tal razón los contenidos sobre los que se razona son de gran importancia personal para el sujeto, lo que hace que el interés y motivación se mantengan.

3. Está relacionado con capacidades¹⁰ como: elaborar argumentos y diferenciarlos frente a otros posibles y evaluarlos a partir de la información que se disponga para llegar a la

¹⁰ Estas capacidades parecen formar parte del razonamiento informal, sin embargo, no son exclusivas de este. Martín & Nuevo (2007)

elaboración de una conclusión, de valorar posiciones contrarias, contraargumentos y/o posiciones alternativas.

4. Es un tipo de razonamiento dinámico con alto grado de dependencia del contexto situacional. En este sentido, frente a una tarea de razonamiento informal la conclusión a la que llega un individuo frente al mismo problema depende del contexto, por tal razón puede variar.

5. Es aplicable a tareas abiertas o mal definidas (son tareas de la vida cotidiana o las de un contexto académico o profesional). Exige por parte del razonador la activación de una base amplia de conocimientos de donde tomará los que considere los más relevantes. Se debe tener en cuenta que es imposible que dos tareas de razonamiento informal tengan la misma estructura.

6. Emplea un lenguaje cotidiano, es decir que no es de carácter formal o simbólico. A pesar de no estar regulado por leyes, hay autores que piensan que es posible identificar una lógica informal (modos, normas o reglas comunes a todo tipo de razonamiento informal)

7. Es aplicable a tareas no deductivas-inductivas.

8. Se emplea en todos los dominios de conocimiento, inclusive en problemas matemáticos o científico-naturales y en dominios en los que el razonamiento formal tiene un papel privilegiado.

De acuerdo con los referentes teóricos planteados, para la autora de la presente investigación el razonamiento informal es el conjunto de expresiones estructuradas, coherentes, contextualizadas y fundamentadas conceptualmente que un individuo emite frente a cuestiones relacionadas con aspectos personales, sociales o profesionales. Estas expresiones pueden dar origen a otras dependiendo del contexto en que se desarrollen.

A partir de diferentes investigaciones y planteamientos, se ha podido determinar varios tipos de razonamiento informal, de aquí en adelante (TRI) como se resume a continuación.

Tabla 14

Tipos de razonamiento informal

Ponentes	Tipos de razonamiento Informal (TRI)
Nickerson, (1991)	<p>De relevancia: tiene en cuenta principalmente qué tan importante es un hecho central para una decisión que se debe tomar.</p> <p>De verosimilitud: tiene en cuenta la credibilidad que se le debe adjudicar a una afirmación.</p> <p>De valor: toma en consideración si vale la pena perseguir un objetivo en particular.</p> <p>De probabilidad: tiene en cuenta, por ejemplo, la probabilidad de la ocurrencia de un evento futuro.</p>
Means & Voss (1996) Schwarz, Neuman, Gil, y LLYa, (2003)	<p>De fundamentación lógica.</p> <p>De consecuencias: basadas en consecuencias presentadas como resultados</p> <p>Basadas en reglas: por lo general son aceptadas de creencias</p> <p>De autoridad: que involucran un apoyo de autoridades</p> <p>Personales: que consisten en declaraciones imprecisas</p>
Patronis, Potari y Spiliotopoulou (1999) Yang y Anderson (2003) Ying-Tien Wu y Chin-Chung Tsai (2007).	<p>Sociales: describe las consideraciones basadas en el bienestar de la sociedad o la empatía humana.</p> <p>Ecológicos: toma en cuenta el impacto a la ecología</p> <p>Económicos: Toma en consideración las perspectivas del desarrollo económico.</p> <p>Científico o tecnológico: describe las consideraciones relacionadas con las fortalezas o limitaciones de la ciencia o de la tecnología.</p>
Schwarz, Neuman, Gil y LLYa, (2003)	<p>De autoridad: puede ser de fuentes teóricas, si implica el uso de conocimiento disciplinar, o de fuente experimental, si emplea experiencias de carácter procedimental justificadas teóricamente.</p> <p>Personales: puede ser 1) de aspectos intuitivos si son respuestas inmediatas que suponen alguna opinión y puede estar acompañada de la palabra “puede ser”; 2) de aspectos morales y religiosos si sus puntos de vista contemplan principios morales relacionados con normas de conducta; y 3) de aspectos experienciales individuales si el razonador hace uso de una anécdota.</p>
Sadler y Zeidler, (2005)	<p>Racionalista: está relacionado con las respuestas basadas en argumentos adecuadamente fundamentados (por ejemplo, aplicaciones deontológicas, principios utilitarios, análisis de coste-beneficio, etc.)</p> <p>Emotivo: hace referencia a las respuestas basadas en emociones y afectos (simpatía, empatía y aspectos actitudinales, entre otros), no obstante, no deben considerarse respuestas irracionales.</p> <p>Intuitivo: Es un tipo de respuesta afectiva que se hace como reacción inmediata y poco reflexiva al contexto.</p>
Kolstø (2006)	<p>De riesgo relativo: cuando existe la probabilidad de la ocurrencia de un riesgo, pero que muy seguramente no se dé.</p> <p>De incerteza: cuando no se sabe lo que puede ocurrir por la ocurrencia de un evento.</p> <p>De pequeño riesgo: toma en cuenta que la ocurrencia de un riesgo es mínima o no es representativo ante un evento específico.</p> <p>De persuasión: se basa en la presentación de elementos para lograr persuadir a otro o a otros.</p> <p>De pros y contras: analiza factores a favor y en contra en el razonamiento que se realiza.</p>

Fuente. Elaboración propia

Un razonamiento informal está constituido por dos elementos que determinan su solidez: la (s) razón (es) o premisas (s) y la conclusión.

Las Razón (nes) o Premisa(s). Son afirmaciones que apoyan o fundamentan, respaldan o sustentan las conclusiones. Para su identificación es necesario valerse del contexto, del conocimiento y de conectores o indicadores lingüísticos como: *porque...*, *puesto que...*, *dado que...*, *por esta razón...*, etc.

La Conclusión. Es la tesis fundamental, la idea principal, la reclamación, planteamiento o punto de vista que se defiende, lo que justifica que se enfatice o esté precedida por indicadores de conclusión como: *por lo tanto...*, *por consiguiente...*, *así pues...*, *consecuentemente...*, etc.

De acuerdo con Toulmin, Rieke & Janik (1984), el razonamiento informal consiste en las habilidades y procesos particulares que están implicados en el análisis, evaluación y construcción de argumentos. De tal manera que para que se logre un razonamiento efectivo, es necesario que el individuo desarrolle varias categorías de habilidades y conocimientos que incluyen:

1. habilidades analíticas que son necesarias para que el estudiante sea capaz de identificar los componentes de los argumentos, es decir, distinguir las reclamaciones, motivos, garantías, respaldo, calificadores y refutación en los argumentos.

1. Habilidades evaluativas. el estudiante debe conocer y aplicar los criterios requeridos para juzgar la calidad de los argumentos. En este sentido, los estudiantes deben poder determinar si:

a. Las reclamaciones son claras y los motivos son relevantes y suficientes para respaldarlas.

b. Las garantías son relevantes y adecuadamente respaldadas.

c. Las conclusiones expuestas consideran las posibles excepciones y contraargumentos.

2. Habilidades constructivas. El estudiante debe tener la capacidad para generar, integrar y organizar líneas de argumentación en ambos lados de la cuestión. Lo que implica declarar y

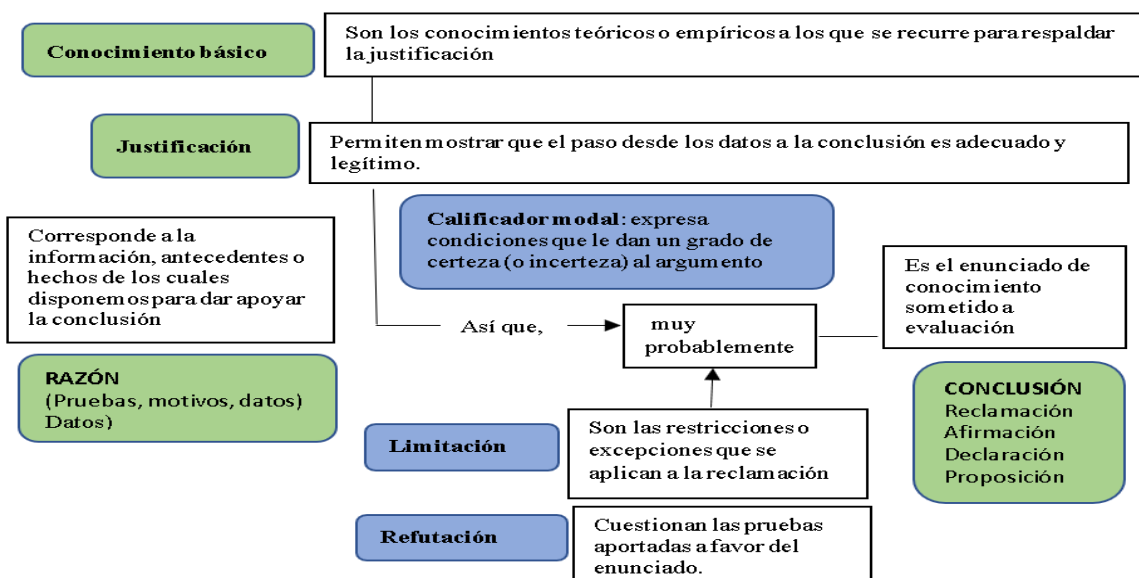
calificar las reclamaciones, aportar el soporte adecuado para esas reclamaciones y señalar las limitaciones de la posición.

3. Conocimiento del tema. El estudiante debe contar con el conocimiento apropiado del tema para analizar, evaluar o desarrollar un argumento.

Siguiendo a Toulmin, para él un argumento es la secuencia de razonamientos, es decir de afirmaciones y razones entrelazadas de tal forma que puedan establecer tanto el contenido como la fuerza de una postura frente a un tema que se quiera defender, criticar o apoyar. El autor propone seis elementos que constituyen un argumento: reclamaciones, razones, garantías o justificaciones, respaldo, calificadores modales y refutaciones. Para la presente investigación se acoge la propuesta de Jiménez-Aleixandre en cuanto a tomar el *respaldo* como *conocimiento básico*, por ser una investigación realizada en el marco de la enseñanza de las ciencias. De tal forma que los elementos de un argumento se explican en la figura 15.

Figura 15

Estructura de un argumento propuesta por Toulmin



Fuente: A partir de Toulmin (1984) y Jiménez-Aleixandre (2010).

Para Saiz y Nieto (2002) el razonamiento cotidiano es la utilización conjunta del razonamiento deductivo (razonamiento categórico y proposicional) y del razonamiento inductivo (razonamiento causal, analógico e hipotético) con el fin de demostrar una conclusión o de explicar unos hechos. Según estos autores “el tratamiento general del razonamiento nos exige desarrollar un método común para todas sus formas” (P. 17). En este sentido, Saiz (2018) propone que para determinar la solidez de un razonamiento se debe realizar un análisis estructural y una evaluación mediante 5 etapas: (i) identificar los elementos de un razonamiento; (ii) establecer las relaciones existentes entre los elementos de un razonamiento; (iii) representar los elementos y sus relaciones; (iv) aplicar los criterios fundamentales de solidez y finalmente (v) valorar globalmente su solidez. Las tres primeras corresponden al análisis estructural y las dos últimas hacen referencia a la evaluación. Para esta investigación se acoge la propuesta para las tres etapas que corresponden al análisis estructural requerido para conocer el razonamiento informal que emplean los estudiantes y que hace parte del segundo objetivo específico de esta investigación.

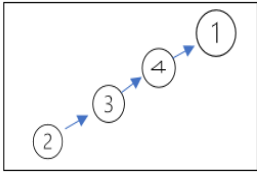
Para el análisis estructural del razonamiento propuesto por Saiz se toman en cuenta las siguientes consideraciones: los elementos, conclusión y razones, van numerados; a la conclusión siempre se le otorga el número 1 y a las razones la numeración a partir del 2 y se realiza de manera consecutiva. Para la representación gráfica se emplean círculos en los cuales se conserva la misma numeración y adicionalmente se usan flechas que indican las relaciones jerárquicas entre las razones y cómo estas le dan fuerza a la conclusión. Respecto a las relaciones, estas pueden ser convergentes o encadenadas: las convergentes le dan mayor respaldo a la conclusión, mientras que las encadenadas la debilitan. Seguidamente se presentan dos ejemplos de este análisis a partir del abordaje de la primera CSC propuesta.

Ejemplo 1:

"Una de las primeras cosas que debemos entender es que las mutaciones ocurren en todos los organismos". A medida que las células de cualquier organismo se replican van adquiriendo mutaciones. "En el caso de los virus ARN (cuyo material genético es ácido ribonucleico), como el que causa el covid-19, mutan mucho más rápido por el mecanismo intrínseco de la replicación, *porque* cuando el virus va haciendo copias de sí mismo la enzima que replica su genoma comete errores". Al secuenciar el genoma de un virus ARN los científicos determinan el orden de los cuatro componentes básicos químicos, las llamadas "bases", simbolizadas por las letras A, G, C y U, que forman la molécula de ARN. Y al comparar las diferentes secuencias es posible identificar mutaciones, que, para hacerse una idea, podrían considerarse como errores tipográficos que ocurren durante el proceso de copia. Sin embargo, la palabra mutación no necesariamente debe ser motivo de alarma. (BBC News Mundo 14 mayo 2020).

Tabla 15

Análisis estructural del razonamiento para el ejemplo 1

Etapas para el Análisis	Interpretación
<p>Etapa (i) Identificar los elementos de un razonamiento</p>	<p>① “En el caso de los virus ARN (cuyo material genético es ácido ribonucleico), como el que causa el covid-19, mutan mucho más rápido por el mecanismo intrínseco de la replicación”</p> <p>② Cuando el virus va haciendo copias de sí mismo la enzima que replica su genoma comete errores</p> <p>③ Al secuenciar el genoma de un virus ARN los científicos determinan el orden de los cuatro componentes básicos químicos, las llamadas "bases", simbolizadas por las letras A, G, C y U, que forman la molécula de ARN.</p> <p>④ Al comparar las diferentes secuencias es posible identificar mutaciones.</p>
<p>Etapa (ii) Establecer relaciones entre los elementos</p>	<p>al analizar las relaciones que se establecen entre la conclusión y las tres razones que la fundamentan se puede observar que entre las razones se establecen relaciones. Es decir, para poder comparar las secuencias de las bases e identificar las mutaciones es necesario que los científicos secuencien las cuatro bases que quedan registradas cuando ocurre la replicación del genoma del ARN del virus.</p>
<p>Etapa (iii) Representar los elementos y sus relaciones</p>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>○ Elementos: 1: Conclusión 2, 3, 4, ... Razones</p> <p>➡ Relaciones entre razones y conclusión</p> </div> </div>
	<p>El gráfico muestra las relaciones jerárquicas que se dan entre las razones que sustentan la conclusión. Este tipo de relaciones donde una razón depende de la otra se conoce como relaciones encadenadas. En este caso la ocurrencia de la razón 4 depende de la razón 3 y 2.</p>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15 podemos observar que el argumento está constituido por una conclusión y tres razones que de manera conjunta o encadenada le dan solidez, pero a nivel individual esas razones resultan insuficientes para darle fuerza al argumento. Las flechas azules indican que la relación entre las razones es dependiente o encadenada de forma que para que ocurra la razón ④ (identificar las mutaciones) debe haber ocurrido primero la replicación del genoma del virus que genera los errores (razón ②) y posteriormente los científicos deben haber secuenciado las bases

que conforman la molécula del ARN del virus (razón ③). En resumen, la ocurrencia de la razón ④ depende de la ocurrencia de las razones ② y ③.

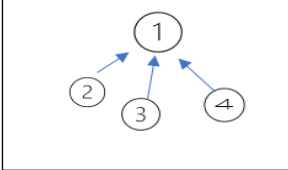
Ejemplo 2

“Es importante entender que en los momentos de crisis ocasionada por la pandemia Covid- 19 todos los participantes dentro del proceso educativo han sido afectados de una manera u otra. Los colegios tuvieron que asumir el liderazgo y crear marcos de referencia para que el resto de los participantes pudieran comenzar a navegar en esta crisis.

Los profesores por su lado tomaron estas referencias y comenzaron a mejorarlas y adaptarlas a medida que sus implementaciones les revelaban nuevas necesidades. Los padres de familia, por el otro lado, se convirtieron en actores más activos en este proceso, algunos asumiendo el reto, otros postergándolo. Por último, el estudiante está enfrentándose a retos nuevos que lo potencializan a mejorar en sus habilidades socioemocionales”. (Forbes, 30/04/2020).

Tabla 16

Análisis estructural del razonamiento para el ejemplo 2

Etapas	Interpretación
<p>Etapa (i) Identificar los elementos de un razonamiento:</p>	<p>① “Los colegios tuvieron que asumir el liderazgo y crear marcos de referencia para que el resto de los participantes pudieran comenzar a navegar en esta crisis.”</p> <p>② Los profesores tomaron estas referencias y comenzaron a mejorarlas y adaptarlas a medida que sus implementaciones les revelaban nuevas necesidades.</p> <p>③ Los padres de familia se convirtieron en actores más activos en este proceso, algunos asumiendo el reto, otros postergándolo.</p> <p>④ El estudiante está enfrentándose a retos nuevos que lo potencializan a mejorar en sus habilidades socioemocionales.</p>
<p>Etapa (ii) Establecer relaciones entre los elementos</p>	<p>Al analizar las relaciones que se establecen entre la conclusión y las tres razones que fundamentan la conclusión se puede observar que cada una guarda independencia de las demás. Es decir, que las razones se pueden sostener y convergen hacia la conclusión sin depender unas de las otras. Este tipo de relaciones se conoce como relaciones convergentes y son las que proporcionan mayor respaldo a la conclusión.</p>
<p>Etapa (iii) Representar los elementos y sus relaciones.</p>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>○ Elementos: 1: Conclusión 2, 3, 4, ... Razones → Relaciones entre razones y conclusión</p> </div> </div> <p>El gráfico muestra las relaciones jerárquicas que se dan entre las razones que sustentan la conclusión. En este caso relaciones convergentes.</p>

Fuente: Elaboración propia

La tabla 16 presenta el argumento con una conclusión y tres razones que le dan una solidez fuerte dado que, al ser relaciones convergentes, cada una la sustenta de manera independiente. Vemos como indistintamente de que los profesores adecuen los marcos de referencia dados por el colegio a sus necesidades (razón ②) los padres pueden o no ser agentes activos en el proceso (razón ③); de igual forma que el estudiante se esté enfrentando a retos nuevos que lo potencializan a mejorar sus habilidades emocionales (razón ④) puede ser una razón que no necesariamente

dependa de los ajustes que realice el profesor o del hecho de que sus padres sean agentes activos del proceso. La experiencia nos ha mostrado que las situaciones que se plantean como razones en este ejemplo no necesariamente guardan siempre dependencia una de la otra.

En el capítulo 5 se verán a mayor profundidad otros ejemplos que fueron abordados durante el desarrollo del proyecto.

En esta tercera parte del capítulo se señalan algunas relaciones que surgen del soporte teórico empleado para el pensamiento crítico y el razonamiento informal de esta investigación.

Existen interrogantes sobre las relaciones que pueden existir entre el razonamiento y el pensamiento. Frente a estos Lipman (1998, 70, 78) indica que [...] mejorar el pensamiento en el aula significa primordialmente mejorar el pensamiento en el lenguaje y ello supone la necesidad de enseñar el razonamiento [...]; por esta razón, su enseñanza debe ser tenida en cuenta en los currículos de todos los niveles de escolaridad. Igualmente expresa que el razonamiento guarda relación con el PC, ya que es fundamental para el desarrollo de habilidades básicas como la lectura, escritura, el cálculo, escucha y el habla. Relaciones que se confirman con el creciente número de publicaciones realizadas hasta la fecha de la escritura de su obra. Actualmente también se puede afirmar –como se logró evidenciar en la revisión bibliográfica realizada para la construcción de los antecedentes de la presente investigación– que las investigaciones y publicaciones, a pesar de ser pocas, van en aumento y se están centrando principalmente en la necesidad de potenciar el razonamiento, específicamente el informal, en la enseñanza de las ciencias. Cabe resaltar que muchas de estas no se denominan como de razonamiento informal, pero, dado a las relaciones encontradas en esta investigación, pueden ser clasificadas en esta categoría toda vez que su interés se centra en favorecer el PC a partir de los razonamientos y los argumentos que elaboran.

Para Galotti (1989) el PC en su uso cotidiano es un ejemplo de razonamiento informal; para otros teóricos no hay distinción entre pensamiento y razonamiento y si la hay es muy poca

(Boole, 1854 en Dellarosa, 1988). Para Toulmin et al., 1978 los argumentos son cadenas de razonamiento, en este sentido una cadena de razonamiento es la secuencia de afirmaciones y razones entrelazadas que establecen el contenido y la fuerza de la posición del sujeto que está argumentando. Para Deanna Kuhn (1993) las habilidades para reconocer la posible falsedad de una teoría e identificar la evidencia capaz de refutarla son habilidades fundamentales que se encuentran en el razonamiento (informal y científico) y en el pensamiento crítico. Por su parte Sanz (2001) indica que la argumentación es una forma de razonamiento informal o cotidiano que requiere un sujeto para abordar situaciones sociales y personales controvertidas. En otras palabras, hace referencia a las CSC que en esta investigación constituyeron un elemento fundamental para propiciar razonamientos informales en los estudiantes.

Por su parte Voss et al., (1991) consideran que el razonamiento informal es aquel que tiene lugar en situaciones que implican el uso de diferentes formas de argumento y que se presenta en la cotidianidad de los individuos en sus diferentes campos de acción. También afirman que existe un número muy importante de estudiantes que no logran adquirir competencias en razonamiento que les permita actuar como ciudadanos responsables en un mundo cada día más exigente a causa de los desafíos que trae la modernidad.

Inch y Warnick (1988) consideran que el razonamiento informal es la capacidad que se tiene no solo para elaborar argumentos intencionados, sino para defenderlos frente a otros y evaluarlos de acuerdo con la información que se encuentre disponible para llegar a una conclusión.

García (2007) señala que el pensamiento crítico es la actitud comunicativa que más debemos educar y desarrollar dado que está presente en las otras: leer, escribir, hablar y escuchar, además de que el pensamiento se expresa mediante el lenguaje verbal. Por su parte, Perkins (2001), resalta la necesidad de emplear el lenguaje propio de las ciencias, en especial el lenguaje del pensamiento en la cotidianidad del aula, de tal manera que se propicie la reflexión. De su parte

Arthur Costa (en Perkins 1999). Señala que este lenguaje hace alusión a los lenguajes verbales y su influencia en el concepto de “habilidades”, en este sentido, el autor señala los aportes del lenguaje del pensamiento en relación a aspectos como: 1. el pensar como tal (creencia, prueba, hipótesis); 2. la construcción de conceptos y estrategias que pueden ser empleadas en la toma de decisiones, la resolución de problemas y las clases de pensamiento propias de estas; 3. las formas de representar el pensamiento en ejercicios de papel como representaciones gráficas de los conceptos). Vale aclarar que el autor afirma la necesidad de dedicar tiempo a estos procesos, tiempo que a diferencia de lo que el manifiesta en su publicación, las instituciones educativas actuales no tienen a su favor.

Otros investigadores como Paul Grice, Toulmin, Forgelin, Hamblin, Scriben, Crawshay han logrado establecer un puente entre los análisis lingüísticos y el PC a través de la lógica informal (Lipman, 1998, p.168).

Es importante tener en cuenta que el lenguaje empleado en el ámbito escolar para hablar y escribir ciencia durante los procesos de su enseñanza y aprendizaje se debe ir desarrollando gradualmente, iniciando con un lenguaje que sea próximo al que manejan los estudiantes y finalizando con uno propio de la materia a tratar. En estos dos procesos del lenguaje cobra relevancia la argumentación dado que facilita el aprendizaje significativo a los estudiantes acercándolos a una visión más realista de la ciencia (Lemke, 1997).

Autores como Lemke, (1997); Sutton (1998); Candela (1999), citados por Tamayo (2011), coinciden en afirmar que el estudio del lenguaje y la argumentación en ciencias hoy en día se constituye en una de las líneas de investigación de mayor prioridad en la didáctica de las ciencias. Con relación a la argumentación, se puede decir que es un concepto que presenta diversas definiciones, es decir que no hay consenso para establecer una definición unificada. Para Van Eemeren y Grootendorst, (2004), citado por Pinzón (2014) la argumentación es “*una acción verbal,*

social y racional que apunta a convencer de manera crítica y razonable la aceptación de un punto de vista al exponer una constelación de proposiciones que justifican o refutan la proposición expresada en el punto de vista” (p.1). Para Revel et al. (2005), la argumentación es una actividad de carácter social, intelectual y verbal que se emplea para refutar o justificar una opinión. Giere (1992), se refiere a la argumentación en ciencias como un proceso de elección entre modelos y teorías para explicar los fenómenos de la realidad. En tanto que para Driver et al. (2000); Zohar y Nemet (2002), la argumentación como campo de estudio hace referencia a la manera como los individuos hacen y justifican las reclamaciones y conclusiones.

Muchos de los estudios sobre la argumentación dan cuenta de su interés para la didáctica de las ciencias, son varios los investigadores que se han ocupado de este campo, en especial de estudiar los aportes de la argumentación al desarrollo del PC. Por citar a algunos están: Pinzón (2014), quien indaga sobre la relación de la argumentación y la constitución este tipo de pensamiento en el dominio específico de la química; Tamayo (2011), que realiza una intervención didáctica que da cuenta de los procesos de argumentación de niños de 4 y 5 grado de educación básica primaria; Tamayo et al., (2014), que presentan los resultados de una investigación a partir de tres categorías: argumentación, solución de problemas y metacognición, desarrollada con estudiantes de educación básica primaria; Tamayo, Zona y Loaiza (2015), que presentan una reflexión teórica que busca analizar las diferentes perspectivas sobre el PC y las principales categorías que lo constituyen. Todos ellos, de manera directa o indirecta establecen relaciones entre el razonamiento y la argumentación o el razonamiento y el pensamiento crítico, pero, aunque lo involucran, son muy pocos los que han indagado sobre el papel que juega el razonamiento, específicamente el informal, en el desarrollo del PC.

Investigadoras como Jiménez-Aleixandre y Díaz consideran el razonamiento informal fundamental para el aprendizaje de las ciencias, dado que uno de los fines de la investigación

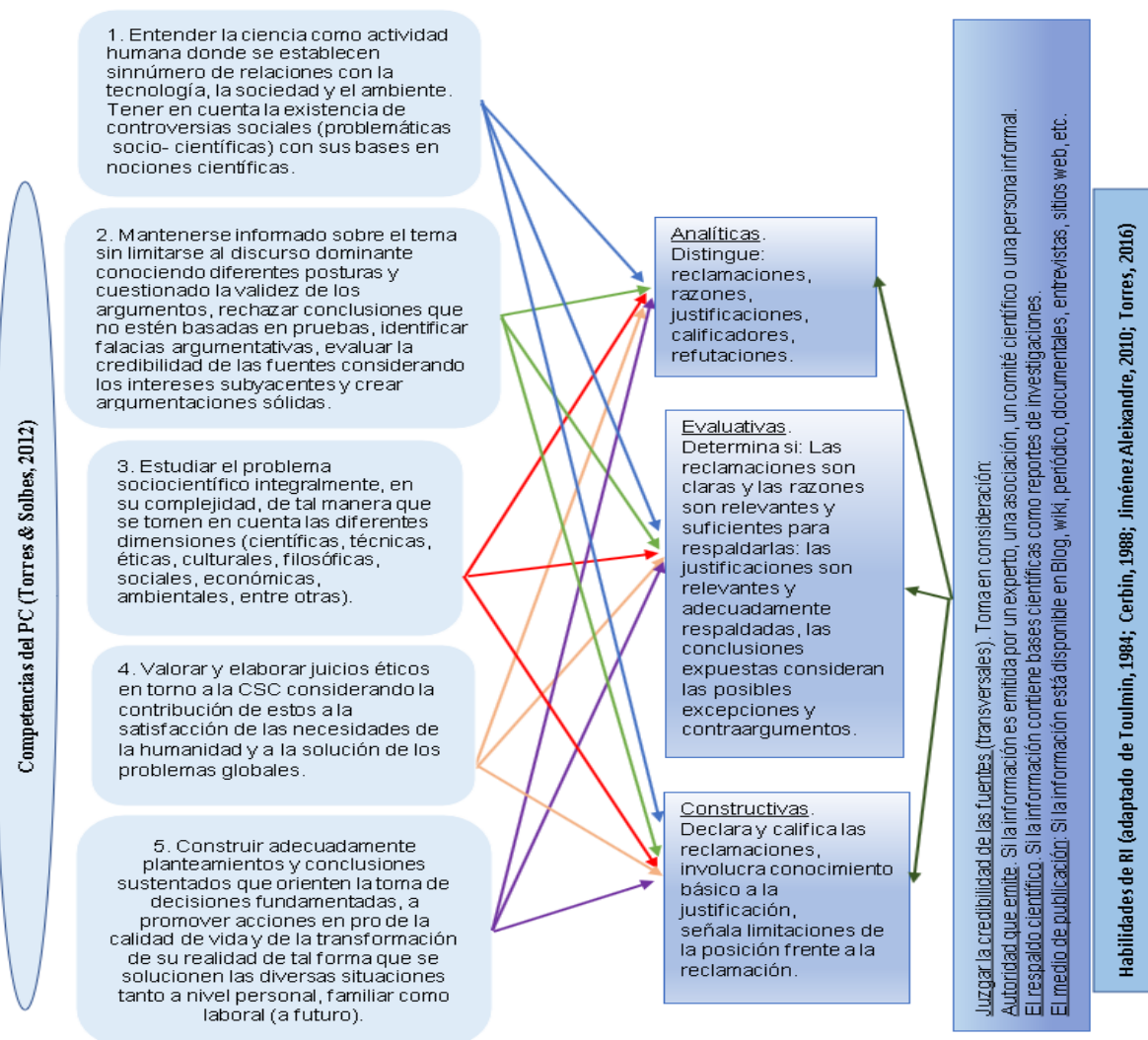
científica es la producción y justificación de enunciados y acciones que permitan comprender la naturaleza. Para cumplir con este fin es necesario que la enseñanza de las ciencias favorezca el desarrollo de la capacidad de razonar y argumentar, además de otros aspectos, de tal forma que se puedan construir modelos y explicaciones de lo que acontece en el mundo natural y operar con ellos (Jiménez-Aleixandre y Díaz, 2003, p. 361).

Retomando el objetivo general de la presente investigación que busca analizar la incidencia del razonamiento informal de los estudiantes de educación básica secundaria en su pensamiento crítico al abordar las controversias relacionadas con la Covid 19 y el uso de la rBGH como CSC, se hace necesario resaltar que actualmente se han realizado investigaciones que abordan estos aspectos y que se presentaron en el capítulo 1 de este escrito. En este sentido se pueden citar algunos trabajos como los de Deanna Kuhn, (1991, 1993); Jiménez-Aleixandre (2010); Yin-Tien Wu y Chin-Chung Tsai (2007); Salazar et al. (2015) y la revisión crítica de investigaciones relacionadas con el razonamiento informal que realiza Troy Sadler en el 2004.

A partir de lo anteriormente expuesto, y considerando las competencias que requiere tener un pensador crítico y las de un razonador informal en el ámbito de las CSC, emerge un elemento importante que fundamenta esta propuesta de investigación. Este corresponde a las relaciones que surgen entre las competencias de pensamiento crítico (CPC) propuesta por Torres y Solbes (2012) y las habilidades de razonamiento informal (HRI) formuladas por Toulmin, et al., 1984; Cerbin (1988); Jiménez-Aleixandre (2010); y Torres (2016) en torno a las CSC que se muestran en la figura 16 y que fueron tenidas en cuenta en la construcción de los instrumentos que se aplicaron durante la intervención en el aula.

Figura 16

Relaciones emergentes entre las competencias de pensamiento crítico y habilidades de razonamiento informal



Fuente: a partir de Torres y Solbes (2012) y Toulmin et al., (1984), Cerbin (1988), Paul (1992), Ennis (2002), Jimenez Aleixandre (2010).

La figura 16 muestra la presencia de las HRI en las cinco competencias de PC. Teniendo en cuenta el análisis de los resultados presentados en el capítulo 5, la autora de la presente investigación propone que las habilidades para juzgar la credibilidad de las fuentes son de carácter

transversal a las demás habilidades, dado que necesariamente se requieren para todas ellas. Por ejemplo, si se va a analizar un texto argumentativo, el razonador necesita conocer el tema sobre el cual se está argumentando, lo que implica consultar fuentes confiables que le permitan realizar esta tarea. Lo mismo ocurre si se trata de evaluar o construir argumentos sobre un tema o situación determinada.

Dichas habilidades pueden evidenciar la manera cómo el RI aporta al PC de los estudiantes a partir del abordaje de CSC de en las clases de ciencias naturales. Aportes que se analizarán en el capítulo 5.

Papel del Razonamiento Informal en el Pensamiento Crítico a partir del Abordaje de Cuestiones Sociocientíficas en la Educación Científica

El PC cada día cobra mayor relevancia en la educación científica dadas las circunstancias que afronta un mundo globalizado e imprevisible –en especial ahora que el mundo se encuentra en medio de una pandemia que ha puesto a prueba en los individuos sus capacidades de razonamiento, pensamiento crítico, trabajo en equipo, negociación, toma de decisiones y resolución de problemas–. Si se considera que los profesores representan el factor más influyente en el aprendizaje porque promueven en los estudiantes todos estos aspectos (TALIS, 2018), es necesario y urgente a nivel general que la enseñanza sea más dinámica y exigente (OCDE, 2018). Esto demanda que el profesorado desarrolle, adopte e innove su práctica docente de manera permanente con miras a favorecer en los estudiantes los conocimientos y destrezas que requieran.

En el caso de la educación científica, estas necesidades se traducen en un reto para brindar una enseñanza de las ciencias que no solo se preocupe por el conocimiento científico. Se requiere que promueva competencias y habilidades necesarias para que los niños, niñas, jóvenes y adolescentes puedan afrontar los desafíos del día a día y/o eventos complejos y adversos (como es el caso de la Covid- 19 ocasionada por el SARS CoV-2 que estamos afrontando en estos momentos

a nivel global). Otras situaciones de la misma naturaleza son las derivadas de ciencia y tecnología como son el uso de animales para la experimentación, la utilización de combustibles fósiles, la explotación minera, los alimentos modificados genéticamente (OMG), el empleo de hormonas para acelerar el crecimiento y la producción de alimentos de origen animal. Todas estas son situaciones sociocientíficas han generado y siguen generando controversias a las que los estudiantes no están preparados para afrontar críticamente. Una de las razones para esto, y seguramente la de más peso, es que el PC no está muy presente en las prácticas educativas y específicamente en los currículos de ciencias. Sin embargo, no se puede desconocer que ya se cuenta con un número significativo de investigaciones en didáctica de las ciencias que se ocupan de promoverlo (Blanco et al., 2017) y que responden a una de las preocupaciones y finalidades de la educación científica que es justamente el PC (Osborne, 2014).

De acuerdo con lo expuesto en los párrafos anteriores, es oportuno resaltar que en los últimos años la educación en ciencias se ha venido fortaleciendo a partir de la utilización de CSC en la enseñanza de la ciencia en investigaciones que buscan promover el PC. Este enfoque ha ganado relevancia por el papel significativo que ha tenido en el PC a partir del análisis de las controversias que genera (Torres y Solbes, 2016). Para Ruiz et al., 2013 las CSC que se plantean como debates favorecen la argumentación y el aprendizaje de las ciencias. Por su parte Solbes (2013, p.1) resalta su importancia cuando afirma que: “la ciencia es metodológicamente crítica, pero para que se pueda considerar como PC y actuar socialmente como tal, tiene que abordar cuestiones sociocientíficas”. Este investigador (2019) también hace un llamado a generalizar el uso crítico de CTS y CSC en las aulas de ciencias, ya que considera, muy acertadamente, que ese objetivo aún no se ha conseguido.

Un aspecto fundamental a considerar es la preparación de los profesores para promover desde sus prácticas pedagógicas y didácticas el PC. Se sabe que este aspecto también ha sido motivo

de investigación con aportes significativos a nivel de reflexiones; ajustes a planes de estudio en algunas facultades de formación de profesores; planteamiento de estrategias metodológicas y didácticas, realización de eventos académicos (congresos, seminarios, simposios, foros) y acercamiento de la universidad a la escuela. En este último campo entra el caso de algunas facultades que promueven la realización de investigaciones desde la escuela como elementos para la formación docente (inicial o continuada) con resultados favorables en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias que han sido publicados en revistas indexadas donde la comunidad científica puede acceder a ellos.

Aunque en la literatura se encuentran trabajos que han hecho parte de procesos de formación (licenciatura, maestría o doctorado) y que buscan favorecer el PC en la educación secundaria, en este apartado se hará referencia aquellos que son el resultado de una revisión más amplia. A continuación, se describen trabajos que involucran diferentes elementos usados en estos procesos de formación docente o que hacen parte de grupos de investigación consolidados que abordan el PC desde la enseñanza de las ciencias.

Vázquez y Manassero (2019) hacen una revisión y reflexión sobre la formación de los profesores, en general, y de ciencias, en particular. Proponen que estos se deben basar en resultados de investigación acreditados, ya que aseguran que muchas veces los resultados de las investigaciones no hacen tránsito en la comunidad de profesores. Lo anterior tanto porque no pueden acceder a ellos o por falta de interés de su parte, también, en otros casos, porque los investigadores no tienen la manera de acercarse al trabajo de los profesores en las aulas. La propuesta involucra dos grupos de elementos educativos. El primero con aspectos derivados de la didáctica de la ciencia tales como la alfabetización científica y tecnológica, educación en contexto (aprendizaje situado) y modelo de formación de los profesores de ciencias. El segundo corresponde a los aportes de la investigación educativa general como el conocimiento profesional docente,

investigaciones basadas en evidencias (pruebas), cogniciones y neurociencia educativa (que tiene aportes significativos para comprender los procesos de aprendizaje humano) y PC. Estos investigadores revisaron los temas y necesidades comunes entre todos estos elementos y a partir de ello realizaron una reflexión que deriva en dos propuestas: la primera propone el concepto de alfabetización crítica que consideran primordial para la formación docente en espacios digitales de formación que son comunes a toda la educación actual; la segunda corresponde a un modelo explícito y reflexivo de formación de profesores de ciencias (FdP) que ha sido acreditado mediante diversos estudios empíricos en escenarios de investigación científica.

Blanco et al., (2017) retoman las competencias de PC más relevantes que se encuentran en la literatura (propuestas por Solbes y Torres, 2012) y las adaptan en términos de dimensiones para bajo esta luz analizar tres estrategias que proponen para favorecer el PC. Estrategias que ya han sido trabajadas la enseñanza de las ciencias de educación secundaria a partir de problemas cotidianos relacionados con la salud: análisis de anuncios publicitarios, calidad de las fuentes de información en internet y los juegos de rol.

Albertos y De la Herrán (2018) presentan los resultados de la evaluación de la aplicación del programa Critical Scientific Investigation (CSI) que diseñaron para desarrollar el PC de estudiantes de 16 y 17 años. En la primera fase se forma a los estudiantes en metodología científica y el modo de pensar de la ciencia; en la fase dos se hacen explícitos los principios del PC y se trabajan algunas de sus dimensiones mediante el abordaje de CSC y en la fase final se trabaja la transferencia del PC al campo social. El programa fue aplicado y evaluada su efectividad, encontrando que a nivel cuantitativo es un programa eficaz que logró acceder a determinadas habilidades de pensamiento crítico a través de bases metodológicas de índole científica. A nivel cuantitativo comprobó cómo se fueron afianzando las disposiciones y habilidades de los estudiantes a lo largo de la aplicación del programa. Entre las dificultades que se presentaron

resaltan las relacionadas con los tipos de razonamiento, dado que identificar algunos tipos de error de razonamiento sin un entrenamiento específico y de larga duración es muy difícil.

Martínez et al. (2015) presentan un libro de investigación donde compilan experiencias derivadas del proyecto: Programa Colombo-Brasileño de Formación de Profesores de Ciencias en la Interfaz Universidad-Escuela desarrollado entre los años 2013 y 2015 y donde predominó el trabajo en pequeños grupos de investigación (PGI). El proyecto aborda aspectos relacionados con la formación de profesores, el uso de CSC en sus prácticas educativas y se llevó a cabo en tres etapas. La primera consistente en el aprestamiento donde participaron docentes en formación inicial, docentes titulares de las instituciones educativas y docentes asesores de la universidad. En esta etapa se presentaron los criterios de trabajo en torno a las CSC, las cuales debían estar asociadas a proyectos de investigación en el aula. La etapa dos correspondiente al desarrollo del proyecto donde se plantearon los criterios para la elaboración de los 4 talleres que se aplicarían y que estuvieron a cargo de los profesores en formación inicial y los profesores asesores de la práctica universidad, pero fueron socializados y discutidos con los profesores titulares de las instituciones educativas donde se desarrollaron. La última fase, de evaluación, implicó la aplicación de instrumentos para validar los aportes de las CSC a las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias y hacia el aprendizaje de las ciencias. Dentro de los resultados obtenidos se destacan las bondades de los PGI en el alcance de los objetivos propuestos por el programa. Esta experiencia constituye una ventana de posibilidades para disminuir las brechas a nivel de investigación entre la escuela y la universidad.

Saiz y Rivas, proponen un programa (ARDESOS: Argumentar, Decidir y Solucionar) para mejorar las habilidades intelectuales implícitas en el PC (razonamiento, de problemas y toma de decisiones) que consiste en una intervención educativa que emplea como metodología el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Frente a este programa Rivas y Saiz (2016) evalúan los

resultados obtenidos (los cuales se han venido presentando en las versiones que han sacado a medida que han sido adecuadas al incluir nuevos elementos). La primera versión titulada ARDESOS v1 buscaba indagar si se producía alguna mejora en el PC, los resultados que obtuvieron avalaron el buen funcionamiento de su programa. La segunda versión ARDESOSv2 pretendía averiguar qué factores influían en el cambio en las habilidades de PC y de qué manera lo hacían, los resultados les indica que esos factores eran la actividad y la especificidad y que contribuían a una mayor eficacia obteniendo mejores resultados en aprendizaje y rendimiento de los estudiantes. La última versión introduce la metodología de instrucción (DIAPROVE), mejorando el programa y, por ende, el rendimiento en las habilidades de pensamiento crítico.

La Red Interamericana de Educación Docente (RIED) de la OEA- SEDI (2013) en colaboración con la Asociación Internacional de Alfabetización (ILA) lanzaron una serie Webinars (Seminarios virtuales) sobre pensamiento crítico: lectura fundamental y pensamiento crítico; pensamiento crítico: el reto de la alfabetización científica; pensamiento crítico en las ciencias; Aprendizaje de patrones causales; pensamiento crítico: ¿cómo entenderlo, como desarrollarlo? Estos seminarios siguen disponibles en el canal de YouTube de La Red y se convierten en una posibilidad para muchos profesores para revisar estrategias que les permita fomentar en sus estudiantes el PC.

La Fundación para el Pensamiento Crítico de Richard Paul y Linda Elder que lleva más de 40 años promoviendo el PC a través de cursos en línea, investigaciones, seminarios, publicaciones (artículos, manuales, libros) y conferencias. Igualmente lo hace movimiento Pensamiento crítico de la Universidad de Salamanca a la cabeza de profesionales como Carlos Saiz, que ofrece espacios de reflexión, seminarios, programas de formación, líneas de investigación (programa de instrucción: ARDESOS; pruebas de evaluación; desarrollo de materiales didácticos); publicaciones

(artículos, libros y capítulos de libros). Estas comunidades se han venido dedicando a brindar herramientas para favorecer el pensamiento crítico en los diferentes niveles de formación.

De acuerdo con lo anterior, y a pesar de contar con muchas herramientas que permitirían avanzar significativamente en el fortalecimiento del pensamiento crítico desde la educación científica, es necesario incentivar la investigación en el aula, formar a los profesores para que a su vez puedan aportar a este objetivo y se puedan ver resultados más significativos a mediano y largo plazo.

Capítulo 4

Metodología de la Investigación

En este capítulo se presenta la metodología de investigación desarrollada. En un primer momento se describe el enfoque metodológico mixto seguido del método correspondiente a estudio de caso. En el tercer momento se presenta los elementos y características del Análisis Textual del Discurso (ATD) empleado para analizar los textos argumentativos producidos por los estudiantes de manera individual y colectiva. Posteriormente se presentan las características de la población objeto de estudio para continuar con la trayectoria metodológica donde se describen las diferentes fases de la investigación. El capítulo concluye con las características del software NVIVO utilizado para la sistematización y análisis del corpus investigativo.

A continuación, se da a conocer el diseño metodológico que orienta el presente estudio a partir del análisis de la incidencia del razonamiento informal en el pensamiento crítico de un grupo de estudiantes al abordar cuestiones sociocientíficas en las clases de ciencias naturales.

Enfoque Metodológico

Los enfoques de investigación están orientados a métodos de investigación cualitativos y cuantitativos. En términos generales, en el primero predomina el estudio de procesos individuales y sociales de aprendizaje, busca la interpretación de hechos y la descripción de acontecimientos que ocurren en el proceso educativo (Sandín,2003). Esta metodología emplea técnicas para recolección de datos como los estudios de caso, las entrevistas en profundidad, observación directa de los participantes; grabaciones en audio o video entre otras. El segundo, correspondiente a la metodología cuantitativa, las investigaciones buscan comprobar el efecto producido por una técnica o un método específico, su proceso es deductivo, secuencial, probatorio y analiza la realidad de manera “objetiva” como única forma de alcanzar conocimientos, toda vez que realiza

mediciones exhaustivas y controladas. En la figura 17 se presenta las categorías que comparten las dos metodologías y las características propias de cada una.

Figura 17

Características y categorías de las metodologías cuantitativa y cualitativa



Fuente: Elaboración propia a partir de Hernández et al, (2014)

La combinación de los métodos cualitativos y cuantitativos dentro de una misma investigación se conoce como metodología mixta que representan una ventaja para las investigaciones dado que permite realizar una investigación combinada además de permitir una mejor comprensión de los conceptos y de los problemas que se estén abordando (Johnson y Onwuegbuzie, 2004).

La metodología mixta se empezó a utilizar en los años 50s del siglo pasado, es así que Campbell y Fiske proponen y justifican el empleo de métodos múltiples de medición que les permitiera identificar tendencias y variaciones; en tanto que Todd (1979), propone la triangulación metodológica de diversa información ante la misma pregunta de investigación. Más adelante, en

los 80s se fortaleció esta metodología, pero surgió también el debate frente a su legitimidad, dando lugar a posturas a favor y en contra. De tal manera que se ha venido planteando la utilización de un enfoque integrado Multimodal, denominado también mixto, denominación que no es aceptada por todos los autores, por ejemplo, para Morse (1991) hay una distinción entre estos dos. Para la autora un multimétodo hace referencia a la utilización de dos o más métodos de investigación, cada uno de manera completa y rigurosa, que requiere de la triangulación de los resultados obtenidos para lograr una mayor comprensión del objeto de investigación; mientras que el método mixto, lo considera como la integración de estrategias cualitativas y cuantitativas en un solo proyecto y que puede tener una orientación principal de cualquiera de los dos, de tal forma que el otro método (el no principal) aporta elementos que son analizados conjuntamente con el material derivado u obtenido del método central.

Los debates ontológicos y epistemológicos sobre el método mixto se han dejado de lado y las discusiones se han centrado más en cuestiones metodológicas y técnicas donde se analizan las ventajas de la articulación de ambas metodologías, logrando resultados más óptimos, ya que reflejan mejor la complejidad de los hechos de la realidad social que se esté investigando. Todo esto se podría considerar como resultado de propuestas de autores como Bryman (2007); Hunter y Brewer (2003); Mertens (2003), como se citó en López et al. (2008) que con sus obras ha participado en la difusión de esta estrategia de integración de metodologías.

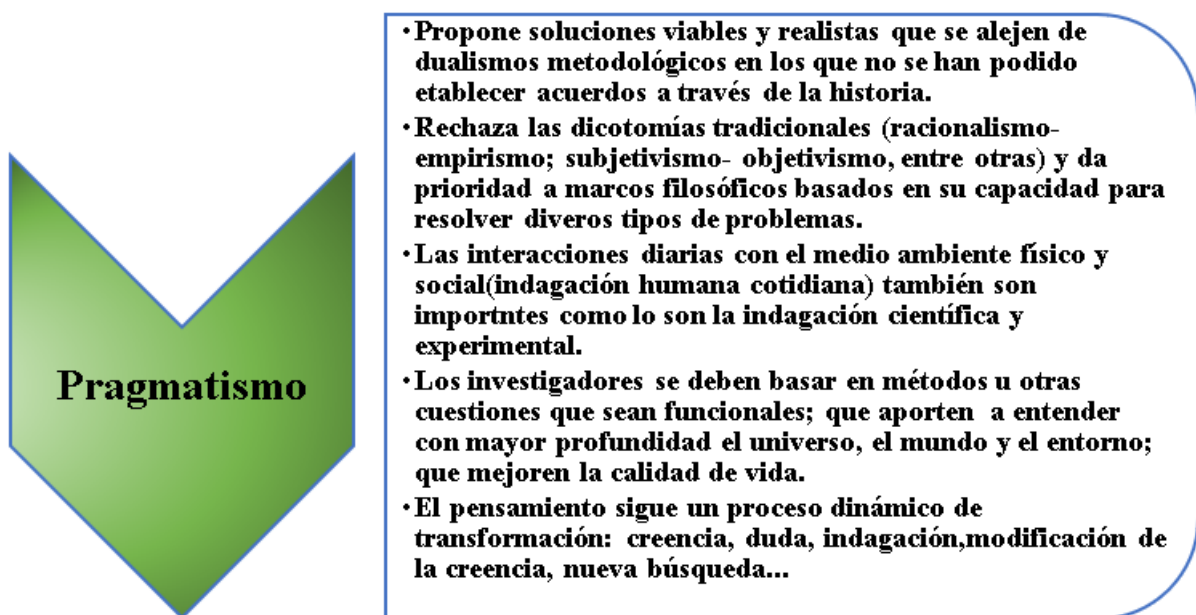
La utilización de la metodología mixta empieza a cobrar relevancia en el ámbito educativo desde hace varias décadas. Es así que la literatura da cuenta de investigaciones como la realizada por Torralbo et al. (2004) quienes realizan un análisis metodológico de 135 tesis doctorales sobre educación matemáticas en España durante el periodo 1976 y 1998, encontrando que el 31,1% se desarrollaron dentro de este paradigma.

En otro estudio cuantitativo sobre tesis doctorales entre 1980 y 2016 (Salgado et al., 2018), encuentran que prevalece la metodología mixta sobre las otras metodologías. Entre las investigaciones a nivel doctoral que emplean esta metodología se puede citar a Villasevil (2016) quien elabora unos multimedia apoyados en un sistema metodológico con el objetivo de conseguir que el estudiante alcance unos niveles metacognitivos que le faciliten su salida al mundo laboral y le permitan evolucionar en poco tiempo hacia los niveles de un ingeniero experto; Vildosola (2009) indaga sobre los aspectos que pueden influir en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (NdC) en la práctica de aula. A nivel de maestría está Achuri(2018) que presenta el estado del arte de las investigaciones del énfasis en gestión educativa y evaluación de la Maestría en Educación de la Universidad Externado entre los años 2011 y 2015; Lizcano (2016) exploró las percepciones de los futuros docentes de lenguas sobre el trabajo académico asistido en una universidad colombiana centrando su interés en las percepciones de los estudiantes frente al papel de los docentes como mediadores en el espacio tutorial y los posibles beneficios de aprendizaje como resultado de la interacción docente-estudiante en las sesiones de tutoría; García y Pérez(2017) examina las percepciones ciudadanas sobre la Formación Científica Ciudadana con el objetivo de poder realizar futuros planteamientos innovadores que permitan el fortalecimiento de los procesos de liderazgo, la educación en valores y la participación en los problemas ambientales y la consolidación de una cultura científica; Osorio (2016) analiza la calidad ambiental como un componente clave de la calidad de la vida, en particular el componente subjetivo: la calidad ambiental percibida y su relación con los procesos productivos que llevan a cabo las poblaciones agrícolas, especialmente aquellos ligados a la tecnificación; Méndez (2015), indaga y analiza la forma de apropiación del decreto 1290 llevada a cabo por docentes y estudiantes para conocer su impacto en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

La visión filosófica y metodológica que sustenta los métodos mixtos es el pragmatismo, entendido este como la postura que apoya el uso del método que resulte más apropiado para un estudio determinado. Optar por una postura pragmática es aceptar la posibilidad de involucrar diferentes paradigmas en una sola investigación, independientemente de cuál predomine; dar cabida a todas las posibilidades de diseños, estrategias de muestreo, instrumentos para la recolección de datos y métodos de análisis (Hernández et al, 2014, p. 4). La figura 18 muestra algunas características generales del pragmatismo que se consideraron en esta investigación.

Figura 18

Características del pragmatismo



Fuente: Elaboración propia a partir del resumen de Hernández et al. (2016)

Desde el marco de referencia pragmático el enfoque mixto, resulta apropiado para estudiar un fenómeno tan complejo como lo es el pensamiento crítico, toda vez que permite analizar de una manera integrada y conjunta los datos tanto cualitativos como cuantitativos. Este enfoque, como

indica Hernández et al. (2008) representa un conjunto de procesos de carácter sistemático, empírico y crítico de investigación que requieren de la recolección y análisis de estos dos tipos de datos.

La parte cualitativa con un enfoque interpretativo, correspondió a la aplicación de cuestionarios con preguntas abiertas, a la construcción de textos argumentativos y a la participación en un debate. El aspecto cuantitativo se direccionó hacia la obtención de datos representados en tablas y gráficos que facilitaron su análisis y que mostraron las variaciones de los comportamientos observados durante el desarrollo de las diferentes actividades propuestas para cada uno de los momentos de la investigación y que correspondieron a identificar el TRI y HRI que involucraron los estudiantes para juzgar la calidad de los argumentos, para tomar decisiones y para debatir frente a CSC. De acuerdo con lo anterior, los datos obtenidos tienen la posibilidad de ser analizados tanto desde el enfoque cualitativo como el cuantitativo (tabla 17).

Tabla 17

Tratamiento de los datos recolectados en los enfoques cualitativo y cuantitativo

Método de recolección de datos	Posibilidad de codificación numérica	Posibilidad de análisis como texto
Cuestionario de indagación	si	si
Instrumento de caracterización	si	si
Textos argumentativos derivados de las secuencias didácticas.	si	si
Debate	si	si

Fuente: Elaboración propia a partir de Hernández et al. (2014)

Autores como Ivankova, 2014; Creswell, 2013a; Plowright, 2011; Mertens, 2010; Morse y Niehaus, 2010; Hernández- Sampieri y Mendoza, 2008 (como se citó en Hernández et al., 2014); Newman, 2009; Ridenour y Newman, 2008, como se citó en Hernández (2014), defienden el empleo de la investigación mixta, dado que como indican ellos, ésta aumenta la posibilidad de ampliar las perspectivas del proyecto de investigación, además de permitir un estudio más

profundo. Estos aspectos se pudieron evidenciar en las ventajas que ofreció la metodología en la presente investigación y que se resume a continuación en la tabla 18.

Tabla 18

Ventajas de la metodología mixta

Ventajas de la metodología mixta	Aportes a la investigación
Se vale de la evaluación de fenómenos sociales para interpretar la realidad.	Los fenómenos sociales para dicha evaluación corresponden a las dos CSC seleccionadas que dan cuenta de las realidades con gran impacto social y ambiental
Riqueza en la obtención de datos y análisis de los mismos (Todd, Nerlich & McKeown, 2004, como se citó en Hernández et al, 2014).	Se obtuvo datos CUALI Y CUANTI a partir de instrumentos de indagación de conceptos, de caracterización de razonamiento informal, de las secuencias didácticas y del debate sobre una CSC
Refuerza o desarrolla nuevas destrezas investigativas (Brannen, 2008, como se citó en Hernández et al, 2014).	Permite integrar diferentes metodologías (CUALI y CUANTI) de investigación en la enseñanza de las ciencias que van cobrando relevancia y que servirán de base para otras investigaciones.
Contempla una multiplicidad de teorías, supuestos e ideas.	Permitió involucrar las propuestas desde diferentes enfoques para enriquecer el análisis e interpretación que servirá de fundamentación para consolidar aportes para la comunidad científica en la enseñanza de las ciencias.
Ofrecen una orientación hacia el planteamiento del problema que permiten definir los métodos que se pueden emplear en el estudio o investigación.	El abordaje de los dos enfoques (CUALI y CUANTI) permitió plantear el problema desde una perspectiva más amplia.
Permite diseño y aplicación de diferentes técnicas y herramientas metodológicas que se ajustan de acuerdo con las circunstancias de la investigación (Creswell, 2013a; Teddlie & Ttashakkori, 2012; Hernández- Sampieri & Mendoza, 2008, como se citó en Hernández et al., 2014).	Las herramientas metodológicas diseñadas y aplicadas fueron diversas y permitieron recoger datos más ricos y variados para mejorar la interpretación de los resultados obtenidos a la luz de diferentes enfoques.

Fuente: Elaboración propia a partir de Hernández et al, 2014

Existen diferentes diseños de métodos mixtos (figura 19), los propuestos por Hernández et al., (2008, como se citó en Hernández et al., 2014)

Figura 19

Características de los diferentes métodos mixtos

Exploratorio secuencial (DEXPLOS)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fase inicial de obtención de datos y análisis CUALI seguida de una CUANTI. ➤ En el diseño derivativa, el análisis de los datos CUANTI se hace sobre la base de los CUALI. ➤ En el diseño comparativo en la primera fase se recolectan y analizan datos CUALI, se obtiene una base de datos; la fase dos, igual, pero con datos CUANTI.
Explicativo secuencial (DEXPLIS)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ En la primera etapa se obtienen y analizan datos CUANTI, seguida de otra donde se recogen y analizan datos CUALI. ➤ La segunda fase se construye sobre los resultados de la primera. ➤ Los descubrimientos de ambas etapas se integran en la interpretación y elaboración del reporte del estudio.
Transformativo secuencial (DITRAS)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Incluye dos etapas de recolección de datos. ➤ Se puede dar prioridad a cualquiera de las dos o darles la misma importancia. ➤ Los resultados CUANTI Y CUALI se integran durante la interpretación. ➤ La teorización guía el estudio, siendo más importante que el propio método. ➤ Su propósito central es servir a la perspectiva teórica del investigador.
Triangulación concurrente (DITRIAC)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Confirma o corrobora resultados y efectúa validación cruzada entre datos CUANTI Y CUALI. ➤ Aprovecha ventajas de cada método y minimiza sus debilidades. ➤ Recolecta y analiza datos CUANTI Y CUALI de manera simultánea.
Anidado o incrustado concurrente de modelo dominante (DIAC)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Recoge simultáneamente datos CUANTI y CUALI. ➤ Un método predominante guía el proyecto. ➤ El método de menor prioridad es anidado dentro del central.
Anidado concurrente de varios niveles	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Busca información en diferentes grupos o niveles de análisis. ➤ Recolecta datos CUANTI y CUALI de diferentes niveles, pero los análisis pueden variar en cada uno de estos. O en un nivel se recolectan y analizan datos CUANTI y en el otro CUALI, de manera alterna.
Formativo concurrente (DISTRAC)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Recolección de datos CUANTI y CUALI en un mismo momento, dándole mayor peso o no a uno de ellos. ➤ Análisis guiados por teorías, visión, ideología o perspectiva. ➤ Se debe reflejar desde el planteamiento del problema. ➤ Puede adquirir formato anidado o de triangulación. ➤ Su finalidad es converger información CUANTI y CUALI.
Integración múltiple (DIM)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Es basar el muestreo en más de una de las estrategias anteriores

Fuente: Elaboración propia a partir de Hernández et al., 2014

El método de mixto seleccionado para la investigación correspondió al anidado o incrustado concurrente de modelo dominante, el anidado corresponde al enfoque CUANTI y el dominante o

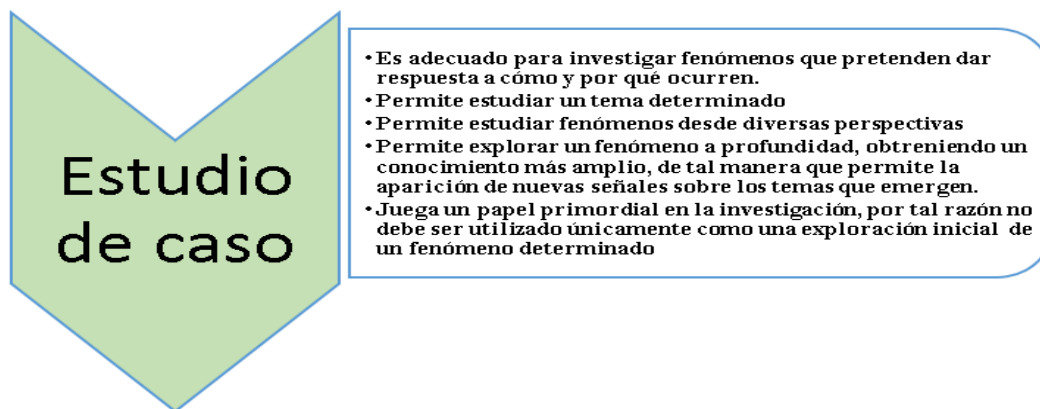
principal al CUALI. En la medida en que avanza el análisis para cada categoría de las tres acciones de pensamiento se va recurriendo a los datos CUALI para fortalecer dichos análisis.

Estudio de Caso

Es un método que permite medir y registra la conducta de las personas involucradas en una investigación, en este caso, la conducta hace referencia al razonamiento que involucra un grupo de estudiantes de educación básica secundaria al juzgar la calidad de los argumentos, al tomar decisiones y al debatir frente a CSC. De otra parte, este método permite obtener los datos de diversas fuentes (cuestionarios de indagación y caracterización, textos argumentativos y debates). De acuerdo con Yin, (1989) el estudio de caso es uno de los métodos más difíciles de realizar debido a algunas limitaciones que se le han atribuido, por ejemplo, que carece de rigor, toda vez que permite que el punto de vista del investigador influya en los procesos investigativos; proporciona pocas bases para realizar generalizaciones y en muchas oportunidades toma un matiz amplio dando como resultado documentos muy extensos (Martínez, 2002. 171- 172). No obstante, Chetty en 1996 señaló algunas características que contradicen la carencia de rigor de este método (figura 20).

Figura 20

Aspectos que hacen del estudio de caso un método de investigación riguroso



Fuente: A partir de Chetty (1996)

Análisis Textual Discursivo

El análisis textual discursivo (ATD) que ha venido tomando mayor importancia en la escuela dado que se reconoce que la mayor parte de los procesos de enseñanza y aprendizaje, donde se expresan los conocimientos, se realiza en el aula mediante un lenguaje oral y escrito (Candela, 2001), de tal forma que, casi durante las dos últimas décadas este interés también ha estado presente en diversos equipos de investigación en didáctica de las ciencias.

El ATD es un enfoque de análisis de datos que transita entre el análisis de contenido y el análisis del discurso. Esta investigación acoge la metodología de análisis mixta propuesta por Moraes y Galiazzi (2006) que combinan el método deductivo e inductivo. En este método el investigador realiza el análisis a partir de categorías definidas a priori para los tipos de razonamiento informal propuestas por diferentes investigadores como Gil y Llya (2003); Yan y Anderson (2003); Schwarz et al., (2003); Sadler y Zeidler (2005) y Kolstø (2006) presentadas en la tabla 11 y categorías para las habilidades de razonamiento informal a partir de la estructura de Toulmin (1984). Estas categorías se fueron reorganizando y complementando a partir del análisis dejando abierta la posibilidad del surgimiento de nuevas categorías o cambios en las existentes.

El ATD demandó de la organización de los datos la cual se llevó a cabo mediante el software NVIVO y a partir de los pasos propuestos por Moraes y Galiazzi (2006).

De acuerdo con estos autores, el ATD inicia con un proceso de unitarización que corresponde a la fragmentación de los textos. En este caso particular se revisó el corpus constituido por las respuestas ofrecidas por los estudiantes en los cuestionarios de indagación y caracterización; en los textos argumentativos construidos por ellos durante el desarrollo de las actividades correspondientes al momento “*aplico lo aprendido*” propuestas en las tres secuencias didácticas aplicadas en la etapa de intervención en el aula. Los textos se fragmentaron en unidades de análisis (UA) con ayuda de categorías para TRI propuestas por investigadores como Gil y Llya (2003); Yan

y Anderson (2003); Schwarz et al., (2003); Sadler y Zeidler (2005) y Kolstø (2006) y categorías para las HRI a partir de la estructura de Toulmin (1984) ajustada desde las propuestas de Jiménez-Aleixandre y sus colaboradores (2010).

Un segundo paso es la categorización, que corresponde a la comparación permanente entre las unidades definidas en el análisis inicial que permitió agruparlas grupos más complejos. Cabe aclarar que se establecieron relaciones flexibles, es decir, que hubo unidades de análisis (UA) que pertenecen a más de una categoría (Bardin, 2011).

El siguiente paso es la identificación del nuevo emergente que surge a partir de categorías a priori, interpretaciones y nuevos argumentos, este proceso demandó mayor cuidado y dedicación para establecer relaciones entre las categorías en términos tanto descriptivos como interpretativos.

Finalmente, se realiza un proceso de autoorganizado del que emergen nuevas comprensiones o nuevos textos descriptivos y argumentativos donde se expresaron las relaciones entre las diferentes categorías de tal forma que se consolidó un proceso de comprensión de las situaciones abordadas en la investigación, es decir los aportes del RI al PC mediante el abordaje de CSC en las clases de ciencias naturales.

Descripción de la Población

La investigación llevó a cabo en la Institución Educativa Distrital Nicolás Buenaventura sede A, ubicada en la localidad once, al noroccidente de la ciudad de Bogotá Colombia. Inicialmente estaba planeado para ser desarrollada con todos los integrantes de uno de los cursos de grado noveno de manera presencial, pero a causa de la pandemia ocasionada por la SARS-CoV-2 fue necesario realizarla de manera virtual empleado Classroom, Meet y Jamboard, herramientas disponibles a través del correo institucional administrado por Google. El 41% de los estudiantes no pudo participar del proyecto por las dificultades económicas de las familias que perdieron sus empleos.

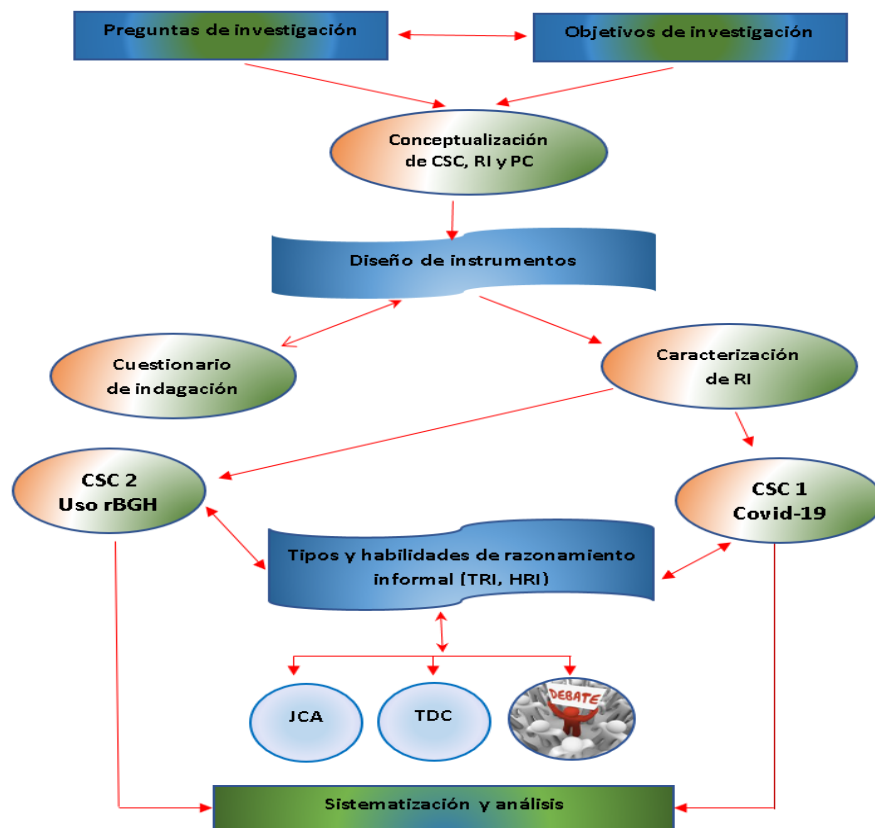
Participaron 15 estudiantes (9 hombres y 6 mujeres) de grado noveno del nivel de educación básica secundaria en el campo de las ciencias naturales, cuyas edades varían entre 14 y 15 años. El 13% de los estudiantes habita en la zona rural (Km 7 Vía Cota) y el 87% en la zona urbana (localidad de suba). Por tratarse de menores de edad, para dar cumplimiento a la privacidad y protección del menor, para identificar los casos se empleó dos letras en mayúscula.

Trayectoria de la Investigación

En este apartado se presentan las fases de la investigación (figura 21), en la cual se describen las actividades propuestas en cada una de ellas, indicando los objetivos y los tiempos de realización.

Figura 21

Fases de la investigación



Fuente: Elaboración propia

La figura 21 indica que la ruta que siguió la investigación a partir de las preguntas y de los objetivos está sustentada en referentes teóricos que justifican la conceptualización y que a partir de ellos se diseñaron los instrumentos para caracterizar el tipo y las habilidades de razonamiento informal que involucraron los estudiantes al abordar CSC en la clase de ciencias y que fueron evaluados durante el transcurso de la investigación.

Diseño de las Actividades

Teniendo en cuenta que la investigación tuvo como finalidad analizar la incidencia del razonamiento informal en el pensamiento crítico de los estudiantes de básica secundaria al abordar CSC en las clases de ciencias naturales, se diseñaron actividades (tabla 19), encaminadas a favorecer las habilidades de razonamiento informal que vinculan los estudiantes en sus argumentaciones. Estas actividades fueron pensadas para hacer el diagnóstico, la caracterización del RI, las sesiones de trabajo de las secuencias didácticas y la evaluación de las contribuciones al pensamiento crítico de los estudiantes como se indica a continuación.

Tabla 19

Actividades desarrolladas durante la investigación para identificar las implicaciones del RI al PC a partir de CSC

	Actividades	Objetivos específicos	Tiempo Por momento pedagógico	Tipo de participación
1	Cuestionario de indagación sobre la comprensión que tienen los estudiantes sobre razonamiento y pensamiento crítico.	Indagar a cerca de lo que entienden los estudiantes por razonamiento y pensamiento crítico.	1 momento de 60 minutos	Individual
2	Secuencia didáctica N.1. ¿Porque la Covid-19 generada por el SARS-	Dar a conocer algunos fundamentos teóricos relacionados con la conceptualización de	3 momentos de 60- 240 y 120 minutos	Colaborativa

	CoV-2 es una cuestión sociocientífica y cómo argumentan los expertos sobre ella?	cuestiones sociocientíficas y razonamiento informal. Desarrollar ejercicios de aplicación para identificar las características, los elementos y los tipos de razonamiento informal en los argumentos de expertos frente a noticias relacionadas con el SARS CoV-2 causante de la Covid-19.	respectivamente	
3	Aplicación del instrumento para caracterizar el razonamiento informal que involucran los estudiantes al abordar controversias relacionadas con la Covid-19 como una CSC.	Caracterizar el razonamiento informal que ponen en juego los estudiantes al abordar CSC en las clases de ciencias naturales.	1 momento de 120 minutos	Individual
4	Aplicación de secuencia didáctica No. 2. ¿Cómo razono frente a CSC relacionadas con el SARS-CoV-2 causante de la Covid-19?	Favorecer las habilidades de razonamiento informal: analíticas, evaluativas y constructivas. a partir de a noticias relacionadas con el SARS CoV-2 causante de la Covid-19.	3 momentos de 60, 240 y 120 minutos respectivamente.	Individual
5	Aplicación de la secuencia didáctica No. 3. El caso de la hormona recombinante de crecimiento Bovino (rBGH). Una oportunidad para debatir en la clase de ciencias naturales.	Fortalecer la argumentación de los estudiantes cuando debaten una cuestión sociocientífica. Presentar argumentos a favor y en contra frente al uso de la hormona recombinante de crecimiento bovino.	3 momentos de 60, 240 y 180 minutos respectivamente	Individual y Colaborativo

Fuente: Elaboración propia

La tabla 19 muestra cada una de las actividades propuestas con sus correspondientes objetivos y los tiempos previstos para su ejecución. Algunas se desarrollaron de manera individual y otras de manera colaborativa, para lo cual los estudiantes se autoorganizaron en parejas. Para la realización del debate algunos grupos se conformaron por tres estudiantes.

A lo largo de la investigación se desarrollaron tres secuencias didácticas donde se abordaron aspectos relacionadas con la conceptualización de CSC, tipos y habilidades de razonamiento informal. Además, se analizaron temas controvertidos relacionados con la Covid-19 (mutaciones, medicamentos, tratamientos y vacunas) y con el uso de la hormona recombinante de crecimiento bovino (rBGH).

Las dos CSC abordadas en las secuencias didácticas han tenido gran impacto en la población seleccionada para esta investigación. Respecto a la pandemia por Covid-19, aunque ha ocasionado afectación a nivel mundial, esta población en particular se vio afectada no solo por el aspecto económico (40%) y emocional (33%) derivado del aislamiento preventivo, sino porque la enfermedad tocó sus hogares con consecuencias fatales (40%). Aspectos que fueron conocidos a partir de encuesta de caracterización realizada por la institución educativa para conocer la realidad de las familias en el marco de la pandemia (tabla 20).

Tabla 20

Situación de las familias a causa del confinamiento ocasionado por la Covid-19

Situación	Criterio	JP	LS	DR	JS	LA	SM	DG	AC	ER	DC	GC	JB	MG	NC	SC	%
En esta situación de aislamiento considera que el sustento económico de su familia ha sido	Suficiente	1				1	1	1	1	1	1					1	60
	Insuficiente		1	1	1									1	1		33
	Crítico												1				7
¿Quién provee económicamente el sustento en el hogar?	Madre	1				1			1	1	1		1	1			47
	Padre		1		1												13
	Ambos padres			1			1	1								1	27
	Otro															1	7
El aspecto que más les preocupa como familia en este momento es:	Salud	1			1					1	1						27
	Económico		1	1		1	1	1	1				1		1		53
	Educación													1		1	13
¿Se han presentado en su familia situaciones que impliquen alertas en la salud mental? (Estrés, depresión, ansiedad)	Si				1		1	1	1					1			33
	No																60
¿En su familia se han presentado situaciones de duelo?	Fallecimiento de un ser querido	1			1			1						1			27
	Fallecimiento o pérdida de mascota					1	1										13
	Otra		1	1					1	1	1		1		1	1	53
¿Algún miembro de la familia ha sido diagnosticado por Covid-19?	Si				1	1	1	1							1	1	40
	No	1		1					1	1	1		1	1			47
En relación con la estrategia "Aprender en casa" el estudiante:	Cuenta con su equipo tecnológicos	1							1	1	1				1	1	40
	Comparte equipo tecnológico		1	1	1	1	1	1					1	1			53
	Tiene conexión permanente a internet	1	1	1		1	1	1	1	1	1			1	1	1	80
	Internet por datos del celular				1									1			13

Fuente: Autora a partir de información extraída de encuesta institucional. Colegio Nicolás Buenaventura IE

Respecto al uso de la hormona recombinante de crecimiento bovino (rBGH), la población en ambos contextos (rural 13% y urbano 87%) aún cuenta con la práctica de ordeño cuyo producto (leche) es vendido por encargo a algunos habitantes (minoría) mediante la modalidad de leche de cantina (7%), pero la gran mayoría (80%) consume leche comercializada por empresas como Colanta, Alpina, Alquería, la gran vía, entre otras y solamente 13% tiene preferencia por leche de origen vegetal (tabla 21)

Tabla 21

Preferencia de los estudiantes por el consumo de leche

Situación	Criterio	JP	LS	DR	JS	LA	SM	DG	AC	ER	DC	GC	JB	MG	NC	SC	%
Zona donde vive	Rural				1							1					13
	Urbana	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	87
¿Tiene conocimiento de venta de leche de cantina en su sector o localidad?	Si									1		1					13
	No	1	1	1	1	1	1	1	1		1		1	1	1	1	87
¿Qué tipo de leche prefiere consumir?	De origen animal(vaca)	1	1		1	1	1		1	1	1	1		1	1	1	87
	De origen vegetal							1					1				13
¿Con qué frecuencia consume leche de origen animal?	Todos los días	1				1	1					1					27
	Casi todos los días			1					1	1	1					1	33
	Menos de 3 veces por semana				1									1	1		20
	1 vez por semana		1														7
	No consumo leche de origen animal								1				1				13
¿Con qué frecuencia consume leche de origen vegetal?	Todos los días																0
	Casi todos los días									1							7
	Menos de 3 veces por semana				1			1									13
	1 vez por semana																0
	No consumo leche de origen vegetal	1	1	1		1	1		1		1	1		1	1	1	73
¿Consume algún derivado de la leche animal como queso, yogurt, alpinito, cuajada, etc.?	Si	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
	No																0
La leche que consume de vaca es de:	Bolsa (líquida)																80
	En polvo	1	1	1	1		1		1	1	1	1		1	1	1	0
	No consumo							1					1				13
	Cantina					1								1			7
Indique la marca o las marcas de leche animal que consume	Alquería	1		1	1	1	1						1				40
	Colanta									1				1	1	1	27
	Hato grande									1							7
	Parmalat		1									1					13
	De la cuesta								1								7

Fuente: tomado de la caracterización de la población

En los siguientes apartados se realiza una descripción detallada de cada una de las fases de la investigación.

Indagación

Para indagar sobre las percepciones de razonamiento informal y pensamiento crítico, se aplicó un cuestionario con preguntas abiertas (Apéndice B). La siguiente tabla describe la intencionalidad de las preguntas formuladas.

Tabla 22

Intencionalidad del Cuestionario de indagación

Preguntas	Intencionalidad de las preguntas
1. Para usted, ¿Qué es razonar?	Indaga por la concepción que tienen los estudiantes sobre el razonamiento y el pensamiento crítico
2. Seguramente ha escuchado la expresión “pensar críticamente” defina con sus palabras pensamiento crítico e indique qué características considera que debe tener este pensamiento.	
3. Para usted, ¿existe alguna relación entre la manera como razona y su pensamiento crítico? Justifique su respuesta.	Busca establecer si los estudiantes encuentran relaciones entre su razonamiento y el pensamiento crítico.
4. ¿Considera que durante su proceso de aprendizaje en la educación básica secundaria (de 6° a 9°) le ha brindado la oportunidad de desarrollar su capacidad de razonamiento y de pensamiento crítico? Justifique su respuesta.	Pretende indagar si la escuela durante los procesos de aprendizaje desde las diferentes áreas de conocimiento ha favorecido el razonamiento y el pensamiento crítico.
5. Si la respuesta a la anterior pregunta es afirmativa, indique qué áreas de conocimiento han favorecido este desarrollo.	
6. Mencione por lo menos tres situaciones de su vida en las que ha tenido que emplear el razonamiento y el pensamiento crítico.	Busca indagar sobre las contribuciones del razonamiento al pensamiento crítico del estudiante.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los hallazgos de la indagación se propuso una secuencia didáctica para abordar la conceptualización y los componentes del RI, para luego proponer actividades de aplicación en situaciones reales del contexto de los estudiantes que involucren evaluación de conclusiones, pruebas y justificaciones (Jiménez-Aleixandre, 2010. P.156-157), que favorezcan las habilidades de razonamiento informal. Esta secuencia se describe más adelante con las demás secuencias didácticas.

Caracterización del Razonamiento Informal

El instrumento consta de dos secciones (Apéndice C) La primera pretendió conocer el tipo de razonamiento informal y las habilidades con que cuenta el estudiante para analizar una cuestión sociocientífica relacionada con el coronavirus SARS CoV-2, para esto se utilizó un espacio periodístico de Ciencia y Tecnología de France 24, conducido por Valentina T. Sánchez donde presenta los argumentos de diferentes autoridades y científicos que han expresado su postura a favor o en contra de la vacuna que a la fecha está desarrollando Rusia.

La segunda parte buscó indagar sobre el tipo de razonamiento informal que emplea y las habilidades con que cuenta el estudiante para la toma de decisiones frente a una CSC, para esto se presentó una noticia y una entrevista realizada al director de la investigación que se adelanta en Colombia para aplicar la terapia PLASMA DE CONVALECENCIA- CODID- 19 y se complementa con una gráfica que explica los protocolos de la terapia. A partir de esta información se plantean algunas preguntas que den cuenta del objetivo de esta sección del instrumento.

La caracterización del razonamiento informal que involucran los estudiantes al abordar una CSC se constituyó en el punto de referencia para planear y aplicar las secuencias didácticas No.2. Con el objetivo de fortalecer las HRI en la construcción de los razonamientos de los estudiantes al argumentar sobre una CSC y la No. 3. Se buscó favorecer la argumentación de los estudiantes al debatir sobre CSC en las clases de ciencias naturales.

Para el análisis y discusión de los hallazgos, las respuestas de los estudiantes se organizaron en categorías y subcategorías seleccionadas a priori derivadas al aplicar ATD (Tabla 23), pero en la medida que avanzó el análisis del corpus se fueron modificando e incluyendo otras que emergieron (Apéndice D).

Tabla 23

Criterios para evaluar el razonamiento involucrado en el análisis y en la toma de decisiones frente a una CSC

Categoría	Sub categoría	Descripción
Razones de autoridad	Fuentes teóricas	Pone en juego el conocimiento científico relacionado con la cuestión analizada
	Fuentes experimentales	Toma en cuenta aspectos experimentales justificados teóricamente
Razones personales	Intuitiva	Son respuestas inmediatas que involucran opiniones
	Experiencias personales	Son respuestas que expresan experiencias personales o anécdotas
	Moral. Ética, religiosa	Involucra principios éticos y morales
Razones sociales y ambientales	Afectación a la salud o al ambiente	Si las respuestas involucran aspectos relacionados con el bienestar de la sociedad y el ambiente
Razones económicas y/o políticas		Toma en consideración aspectos de índole económico y/o político

Fuente: NVIVO. Proyecto aportes del RI al PC desde el abordaje de CSC

Para determinar las HRI puestas en juego por los estudiantes para juzgar la calidad de los argumentos de expertos frente a situaciones controvertidas y para tomar decisiones frente a las mismas se describen en la tabla 24 derivada del Apéndice D.

Tabla 24

Criteria para identificar HRI al argumentar frente a CSC

		Analíticas	Evaluativas	Constructivas	Juzgar la credibilidad de las fuentes
Razonador	Habilidades	Conclusión Reclamaciones o afirmaciones	Razón (Motivos evidencias)	Justificación	
		Reclamaciones claras	Razones relevantes y suficientes	Justificaciones relevantes y respaldadas	
			Refutaciones	Declara reclamaciones D; G → C ¹	
				Califica reclamaciones	
				Conocimiento de base	
				Señal limitaciones a la posición	
				Autoridad que emite	
				Medio de publicación	
				Respaldo científico	
	1				
	2				
	3				

Nota. La declaración de la reclamación involucra que el estudiante logre interrelacionar los tres elementos básicos de un razonamiento (Si, reclamación; garantías, entonces conclusión). Fuente: Elaboración propia a partir de Toulmin (1984), Cerbin (1988) y Jiménez-Aleixandre (2010).

La tabla 24 muestra las categorías y subcategorías que se definieron de manera a priori para establecer que habilidades de razonamiento informal priorizaron los estudiantes de acuerdo a su grado de dificultad. Las habilidades analíticas indagaron únicamente si el estudiante identificó los tres elementos básicos de un razonamiento informal, la conclusión, las razones y la justificación. Las habilidades evaluativas buscaron revisar si las reclamaciones (conclusiones) fueron claras, si las razones fueron relevantes y suficientes para apoyar la conclusión y si las justificaciones que presentaron fueron relevantes y respaldadas desde las teorías, leyes o reglas y si la habilidad de refutar los argumentos estuvo o no presente. Respecto a las habilidades constructivas, se quiso indagar sobre la capacidad de los estudiantes para establecer relaciones entre datos, justificaciones y conclusiones, como los tres elementos básicos que deben estar presentes en un razonamiento informal. Finalmente, respecto a las habilidades para juzgar la credibilidad de las fuentes se quiso conocer si los estudiantes acudían a fuentes de consulta confiables, toda vez que se hicieran o no

presentes en sus argumentos el autor que emite la información, el medio de publicación y el respaldo científico.

Intervención en el Aula

La intervención en el aula se realizó a partir de la aplicación de secuencias didácticas con las que se pretendió brindar a los estudiantes fundamentación teórica relacionada con RI, PC y CSC vinculándolas a las temáticas propias de las ciencias naturales. Además, fortalecer las HRI en sus procesos de argumentación al abordar CSC de su interés como es el caso de la Covid-19 y el uso de la rBGH.

Sesiones de Encuentros Virtuales. Dada la situación de cierre de instituciones educativas a nivel mundial, a cuenta de la Pandemia ocasionada por la Covid- 19, que obligó a buscar otras estrategias para asumir la actividad académica. Las sesiones de trabajo con los estudiantes se realizaron mediante encuentros sincrónicos virtuales semanales, algunos de 1 hora y otros de 2 horas empleando herramientas tecnológicas como Meet, formularios Google, Classroom y Jamboard.

Las actividades fueron pensadas de acuerdo con la situación que se estaba viviendo a nivel mundial, de tal forma que una de las CSC abordada fue la relacionada con el SARS-CoV-2, causante de la Covid-19 y la segunda obedece a una situación que llamó la atención de los estudiantes desde el inicio del año escolar y que correspondió al análisis del uso de la hormona recombinante de crecimiento bovino (rBGH). Las dos CSC posibilitaban la aplicación de conocimientos ya desarrollados durante su formación en básica secundaria y otros que se abordarían durante el desarrollo de la investigación a lo largo del grado noveno y que les permitiría analizar y resolver los cuestionamientos planteados desde su contexto actual. Por otra parte, y de acuerdo con los planteamientos de autores como Deanna Kuhn (1993), Means y Voss (1996), presentados ya en el capítulo 2, las CSC son una forma adecuada para la práctica del razonamiento informal que se pretende consolidar en esta investigación.

De acuerdo con lo anterior se programaron dos tipos de sesiones de trabajo que se fueron alternando de acuerdo con los objetivos de investigación. La primera correspondía al trabajo individual donde los estudiantes dieron respuesta al cuestionario de indagación, al instrumento de caracterización del razonamiento informal y a las actividades propuestas en las tres secuencias didácticas cuya intencionalidad ya se mencionó.

La segunda forma de trabajo corresponde al colaborativo, donde se plantearon algunas actividades que buscaron generar diálogos, discusiones y acuerdos al interior de cada grupo para resolver las situaciones planteadas y presentaran argumentos a favor o en contra de las dos CSC analizadas.

En el siguiente apartado se hace una descripción más detallada de las actividades desarrolladas en cada una de las sesiones.

Descripción de las Secuencias Didácticas

Las secuencias didácticas están constituidas por cuatro secciones: *IDENTIFICACIÓN*, donde se indica número de la secuencia, título, nivel de estudio, campo de pensamiento, tiempo propuesto para cada sesión, problema significativo del contexto, objetivos para el docente y para el estudiante; pregunta orientadora y conceptos asociados. La número 2: *INDAGANDO CONOCIMIENTOS*, corresponde a la indagación de los conocimientos previos del estudiante sobre las temáticas que se abordarán. La tercera se llamó: *ME ACERCO AL CONOCIMIENTO*, allí se desarrolla el cuerpo conceptual asociado a las temáticas propuestas, al final de cada una se plantea una actividad para afianzar el tema. A la cuarta y última sección se le dio el nombre de: *APLICO LO APRENDIDO*, donde se proponen algunas actividades para que el estudiante ponga en práctica lo aprendido. Estas actividades proporcionaron los datos para analizar las contribuciones del razonamiento informal al pensamiento crítico de los estudiantes al abordar CSC.

Los momentos pedagógicos incluyen experiencias de argumentación, ya que esta requiere de práctica para que pueda desarrollarse (Kuhn Deanna, 1991). De igual manera se proponen actividades donde el estudiante puede indagar por información que requieran para ejecutar algún producto, por ejemplo, un organizador gráfico o la respuesta a una pregunta, la interpretación de datos, etc. Permitiendo que los estudiantes tomen parte en las prácticas científicas (Jiménez-Aleixandre, 2010. P.159)

Secuencia didáctica para presentar la conceptualización de CSC y razonamiento informal. Una vez realizada la indagación, a partir de ella se diseñó una secuencia didáctica 1 (Apéndice I) titulada: **¿Porque el SARS- CoV-2 es una cuestión sociocientífica y cómo argumentan los expertos sobre ella?**, cuyo objetivo fue brindar herramientas conceptuales en torno a la definición, características y elementos de las cuestiones sociocientíficas y del razonamiento informal, a partir de los aportes de investigadores desde los ámbitos psicológico: como Means y Voss (1996); Kuhn (1991, 1993); filosófico: como Toulmin (1984); Galotti (1989); y didáctico: como Ratcliffe y Grace (2003); Jiménez-Aleixandre (2010), Zeidler (2005); Torres y Solbes (2016) entre otros.

En esta secuencia se realizó el abordaje de CSC relacionadas con la SARS-CoV.2 causante de la Covid-19: *“Coronavirus: qué se sabe de las mutaciones e los virus del Covid-19 (y cómo los científicos las están siguiendo en tiempo real”* Por Alejandra Martins BBC News Mundo. 14 de mayo de 2020

De esta noticia se utilizaron los apartados: Mutaciones frecuentes; Mutación no equivale a mayor riesgo con los argumentos que presenta la científica Adriana Heguy, directora del Centro de Tecnología del Genoma de la Escuela de Medicina Grossman de la Universidad de New York. b) Muchas mutaciones una cepa con los argumentos del profesor de microbiología de la Universidad de Columbia. Y c) tres rutas a Uruguay, donde el investigador Iraola del instituto Pasteur explica el seguimiento que hacen a cepas introducidas de tres continentes diferentes. Estas

lecturas se emplean para que los estudiantes identifiquen en ellas las características de una CSC y puedan proponer otros ejemplos.

Para el tercer momento pedagógico correspondiente a *aplico lo aprendido*, se utilizó una situación que ha generado muchas controversias en torno a la elaboración de una vacuna que permita afrontar la pandemia que actualmente nos aqueja “**Vacuna contra la covid-19 "Hay un juego político, económico y estratégico detrás de las vacunas que es una receta para el desastre"**” mediante una entrevista hecha a Richard N. Haass, presidente del centro de estudios *Council on Foreign Relations* (CFR), exdirector de Planificación de Políticas del Departamento de Estado de EE.UU., enviado especial a Irlanda del Norte y coordinador del programa "Futuro de Afganistán" El estudiante debe realizar un lista de chequeo justificada de la presencia de las características del razonamiento informal. Como actividad final de la secuencia, el estudiante debe identificar el tipo de razonamiento que involucra el profesor Vincent Racaniello del fragmento “Muchas mutaciones, una cepa”

Las CSC seleccionadas en esta secuencia permiten evidenciar si el estudiante identifica una cuestión sociocientífica y un razonamiento informal a partir de sus características; si reconoce los elementos de un razonamiento (conclusión y razón) y si puede tipificar los estilos de razonamiento que involucran los expertos al argumentar sobre una CSC.

Secuencias didácticas para fortalecer las habilidades de razonamiento informal. La secuencia 2, titulada **¿Cómo razono al argumentar frente a CSC relacionadas con el SARS-CoV-2 causante de la Covid-19? (Apéndice I)** Busca fortalecer las habilidades analíticas, evaluativas y constructivas del razonamiento informal de los estudiantes al construir argumentos que justifiquen o refuten los argumentos que se presentan sobre una CSC.

El momento pedagógico indagación de conocimientos, busca conocer si los estudiantes vinculan el papel de la ciencia & tecnología con la situación que se vive con la pandemia.

El momento pedagógico *me acerco al conocimiento* asocia conceptos relacionados con la clasificación y morfología del SArS-CoV-2; la síntesis de proteínas y la replicación del virus; el sistema inmune para entender de qué manera se defiende el cuerpo ante el ataque del virus; y, finalmente relaciona los elementos de la argumentación que le permiten construir textos argumentativos frente a una CSC. Este momento se cierra con una actividad de reflexión y de indagación donde el estudiante tiene la posibilidad de consultar fuentes confiables y seleccionar información relevante que le permita solucionar la actividad propuesta.

Para el momento pedagógico *aplico lo aprendido*, se presenta una noticia relacionada con la utilización de la dexametasona en el tratamiento de la Covid-19. El estudiante debe construir un texto argumentativo que justifique o refute los argumentos que se presentan en la noticia sobre la dexametasona.

La secuencia 3, titulada: **El caso de la hormona recombinante de crecimiento Bovino (rBGH). Una oportunidad para debatir en la clase de ciencias naturales. (Apéndice I).** Pretende favorecer la argumentación de los estudiantes cuando debaten una CSC en la clase de ciencias naturales.

El momento pedagógico *Indagando conocimientos*, pretende conocer los presaberes de los estudiantes en relación con la función de las hormonas en los organismos, las relaciones con la producción de leche bovina y los efectos que puede tener el uso de hormonas artificiales.

El momento pedagógico *Me acerco al conocimiento*, vincula conceptos relacionados con el sistema endocrino, la síntesis de leche bovina y el uso de la hormona recombinante de crecimiento bovino (rBGH). En este momento los estudiantes tienen la posibilidad de indagar por información relevante que les permita realizar las actividades propuestas para afianzar su conocimiento en los temas abordados.

En el momento pedagógico *Aplico lo aprendido*, se realizan lecturas de artículos científicos y noticias sobre el uso de la rBGH; también se observan algunos documentales que brindan información que permite analizar las controversias que existen alrededor del uso de esta hormona.

A partir de este material, se prepara un debate donde el estudiante toma una postura desde un rol específico (propuesto por los estudiantes) para el que se prepara junto con su equipo de trabajo. La actividad final central de este momento es la realización del debate en torno a la pregunta central: *¿Todo lo que contiene la leche de vaca tratada con la Hormona Recombinante de Crecimiento Bovino (rBGH) es bueno para la salud de la vaca y del consumidor?* Para la realización del debate se preparan por equipos de trabajo algunas preguntas orientadoras. La organización del debate se muestra en la tabla 25.

Tabla 25

Estructura del debate sobre el uso de la Hormona recombinante de crecimiento bovino (rBGH)

Etapas	Descripción
Preparación	<ul style="list-style-type: none"> - Elección de moderador - Presentación del tema - Selección de roles y sectores - Búsqueda y revisión de información en diferentes medios y formatos (publicaciones de prensa, artículos, noticias, documentales) - Redacción de la pregunta central y de las preguntas auxiliares por rol y por sector
Desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> - Presentación del debate por parte del moderador (contextualización de la temática, y explicación de la metodología) - Formulación de preguntas y respuesta a las mismas por parte de los ponentes a favor del uso de la hormona (rBGH) luego a los que están en contra - Contraargumentación. Los ponentes presentan sus argumentos tanto a favor como en contra
Cierre	El moderador retomó la pregunta central y la planteó a los ponentes para que dieran respuesta y presentaran su conclusión, teniendo en cuenta la discusión realizada en torno a las preguntas auxiliares abordadas.

Fuente. Elaboración propia

La tabla 25 muestra la estructura general del debate que se construyó desde la propuesta de diferentes autores (Omelicheva, 2006; Darby, 2007; Park, et al. 2011; Kennedy, 2009; Davidson y

Worsham, 1992) en tres etapas. La primera corresponde a la organización donde se elige un moderador que se postuló voluntariamente, después de haber indagado sobre las generalidades de un debate y el papel de cada participante. Se presentó el tema sobre el cual se debatiría, estableciendo las conexiones existentes con los temas estudiados en las clases de biología del grado octavo y noveno. Posteriormente se analizaron algunas publicaciones como noticias, artículos y documentales relacionados con la hormona y su uso (Apéndice G), lo cual generó posturas a favor y en contra de su utilización. Los estudiantes pidieron realizar el debate mediante el juego de roles (tabla 26)

Tabla 26

Organización y roles para el debate sobre uso de la rBGH

Pregunta central		¿Todo lo que contiene la leche de vaca tratada con la Hormona Recombinante de Crecimiento Bovino (rBGH) es bueno para la salud de la vaca y del consumidor?		
Moderador		BH		
Rol	Postura	Sector	Preguntas orientadoras	Ponente
Empresarios (ganaderos y productores de la Hormona)	EN CONTRA	Económico	1. ¿Por qué están en contra de la utilización de la hormona recombinante de crecimiento bovino, si ésta les genera mayores ingresos?	GC JP SC
		Salud	2. ¿Qué se les debe exigir a las empresas lecheras en cuanto el tema de la sanidad?	MG DR SM
			3. ¿Cuáles son las principales afectaciones para la salud de las vacas tratadas con la hormona recombinante de crecimiento bovino y para los consumidores de esa leche?	
			4. ¿Cómo empresa, etiquetan la leche que trae la hormona, para que los consumidores vean su diferencia y puedan elegir qué leche consumir?	
		Social	5. ¿Si ustedes como experto en el tema ganadero tienen conocimiento sobre otros métodos o maneras naturales de aumentar la producción lechera y a la vez sus ingresos económicos, sin que esto repercuta de una manera negativa en los animales y en los consumidores, por qué prefieren usar esta hormona?	
		A FAVOR	Económico	6. ¿Por qué están a favor de la utilización de la hormona de crecimiento bovino?
			7. ¿Cree que, si se revelara toda la información de los productos modificados genéticamente, específicamente de la hormona (rBGH), disminuiría su consumo, incluso su importancia? ¿Cuáles serían las consecuencias de revelar esta información?	
			8. ¿Ustedes reciben apoyo económico del gobierno debido a sus investigaciones sobre el uso de la hormona recombinante del crecimiento bovino?	DG NC
	Científicos	A FAVOR		9. ¿Por qué creen que algunos científicos están en desacuerdo con la utilización de rBGH, si las investigaciones hechas por su gremio para la creación de la hormona, les genera beneficios económicos y reconocimiento por realizar avances científicos?

Fuente. Elaboración propia

La tabla 26 muestra que para abordar la temática propuesta los estudiantes eligieron dos gremios: el empresarial y el científico porque consideraron que tenían mayor incidencia en la problemática del uso de la hormona. En cuanto a estos sectores, centraron su interés en el económico, social y en la salud. Para el sector empresarial se presentaron los dos tipos de posturas (a favor y en contra) y para el científico, solo posturas a favor. Los estudiantes eligieron el rol, la postura y el sector teniendo en cuenta sus intereses. La construcción de las nueve preguntas orientadoras se realizó de manera colaborativa.

Análisis de Datos

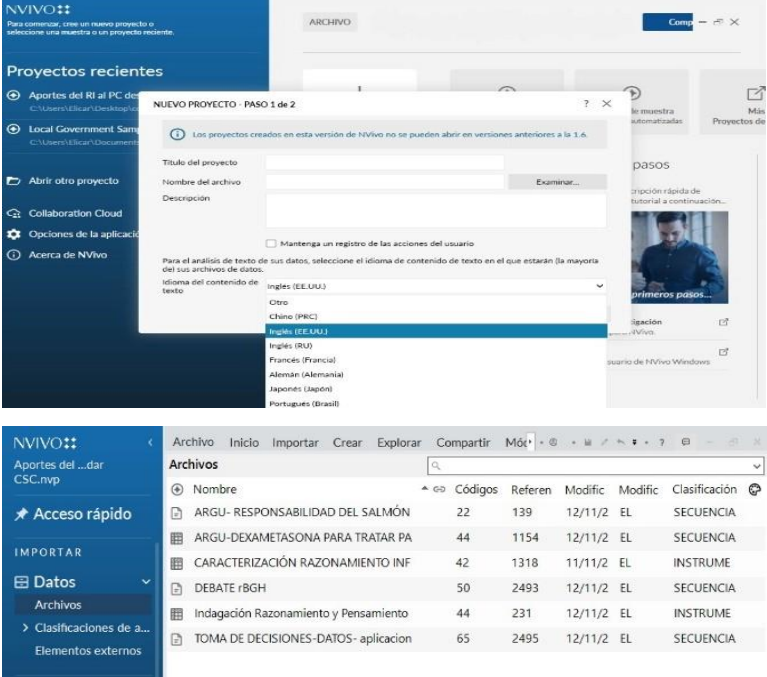
El análisis de los datos obtenidos en el transcurso de la investigación se realizó mediante el ATD a través del software NVIVO como herramienta de análisis. El corpus de la investigación son los insumos (datos obtenidos) a partir de los cuales se realiza el ATD. El Software permite realizar tres tipos de acciones con el proyecto que se esté ejecutando:

1. Importar datos, archivos y elementos externos
2. Organizar códigos, casos, notas, conjuntos (dinámicos y estáticos).
3. Explorar consultas, visualizaciones (mapas), reportes (formateados o de texto)

Estas acciones permiten integrar las herramientas que ofrece con el ATD facilitando la creación de categorías y subcategorías emergentes durante el proceso de sistematización, aportando a un análisis completo del corpus investigativo y optimizando los procesos propios de la investigación, es decir que facilita el trabajo del investigador. La tabla 27 explica los elementos que se encuentran en el NVIVO.

Tabla 27

Funcionalidad y bondades de los elementos del Software NVIVO para realizar el ATD

Acción	Elementos	Funcionalidad																																										
<p>IMPORTAR</p>	 <p>The screenshot shows the NVivo interface. At the top, there's a 'Nuevo Proyecto' dialog box with fields for 'Nombre del archivo' and 'Descripción', and a dropdown for 'Idioma del contenido de texto' with 'Inglés (EE.UU.)' selected. Below this, a table titled 'Archivos' is visible, listing imported files with columns for 'Nombre', 'Códigos', 'Referen', 'Modific', 'Modific', and 'Clasificación'.</p> <table border="1" data-bbox="487 889 1086 1057"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Códigos</th> <th>Referen</th> <th>Modific</th> <th>Modific</th> <th>Clasificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ARGU- RESPONSABILIDAD DEL SALMÓN</td> <td>22</td> <td>139</td> <td>12/11/2</td> <td>EL</td> <td>SECUENCIA</td> </tr> <tr> <td>ARGU-DEXAMETASONA PARA TRATAR PA</td> <td>44</td> <td>1154</td> <td>12/11/2</td> <td>EL</td> <td>SECUENCIA</td> </tr> <tr> <td>CARACTERIZACIÓN RAZONAMIENTO INF</td> <td>42</td> <td>1318</td> <td>11/11/2</td> <td>EL</td> <td>INSTRUME</td> </tr> <tr> <td>DEBATE rBGH</td> <td>50</td> <td>2493</td> <td>12/11/2</td> <td>EL</td> <td>SECUENCIA</td> </tr> <tr> <td>Indagación Razonamiento y Pensamiento</td> <td>44</td> <td>231</td> <td>12/11/2</td> <td>EL</td> <td>INSTRUME</td> </tr> <tr> <td>TOMA DE DECISIONES-DATOS- aplicacion</td> <td>65</td> <td>2495</td> <td>12/11/2</td> <td>EL</td> <td>SECUENCIA</td> </tr> </tbody> </table>	Nombre	Códigos	Referen	Modific	Modific	Clasificación	ARGU- RESPONSABILIDAD DEL SALMÓN	22	139	12/11/2	EL	SECUENCIA	ARGU-DEXAMETASONA PARA TRATAR PA	44	1154	12/11/2	EL	SECUENCIA	CARACTERIZACIÓN RAZONAMIENTO INF	42	1318	11/11/2	EL	INSTRUME	DEBATE rBGH	50	2493	12/11/2	EL	SECUENCIA	Indagación Razonamiento y Pensamiento	44	231	12/11/2	EL	INSTRUME	TOMA DE DECISIONES-DATOS- aplicacion	65	2495	12/11/2	EL	SECUENCIA	<p>Proyectos: Se creó el proyecto Aportes del RI al PC desde el abordaje de CSC. Este proyecto es una compilación de toda la información y contenidos que se requieren para la investigación, como datos, archivos, gráficos, matrices, mapas, notas, etc. NVIVO permite interactuar con otros proyectos de la misma plataforma.</p> <p>Recursos: Hacen referencia a los insumos de la investigación (base empírica) que se guarda en archivos que se pueden clasificar en carpetas o subcarpetas. Para la presente investigación las carpetas correspondieron a instrumentos, lecturas y videos relacionados con las dos CSC, secuencias didácticas, esta con subcarpetas para cada secuencia. De acuerdo con el ATD, esto corresponde a la etapa de autoorganización, clasificación de la información e inicio de la <i>unitarización</i> que pueden estar en diferentes formatos (Excel, documentos de texto, video y audio).</p>
Nombre	Códigos	Referen	Modific	Modific	Clasificación																																							
ARGU- RESPONSABILIDAD DEL SALMÓN	22	139	12/11/2	EL	SECUENCIA																																							
ARGU-DEXAMETASONA PARA TRATAR PA	44	1154	12/11/2	EL	SECUENCIA																																							
CARACTERIZACIÓN RAZONAMIENTO INF	42	1318	11/11/2	EL	INSTRUME																																							
DEBATE rBGH	50	2493	12/11/2	EL	SECUENCIA																																							
Indagación Razonamiento y Pensamiento	44	231	12/11/2	EL	INSTRUME																																							
TOMA DE DECISIONES-DATOS- aplicacion	65	2495	12/11/2	EL	SECUENCIA																																							

The screenshot displays the NVIVO software interface. On the left, a sidebar menu includes 'Acceso rápido', 'Importar', 'Datos', 'Organizar', 'Casos', 'Notas', and 'Conjuntos'. The 'Organizar' section is expanded to show 'Codificación', which includes 'Códigos', 'Sentimiento', 'Relaciones', and 'Tipos de relaciones'. The main window shows two views: 'Códigos' and 'Relaciones'.

Códigos View: A table listing various codes and their associated data.

Nombre	Archi	Refere	Creado el	Cread	Modificado el	Modifica
ANALISIS Y TOMA DECI	5	1418	18/07/2022 5	E	19/07/2022 7:	E
HABILIDADES DER	4	1032	18/07/2022 5	E	19/07/2022 7:	E
Análíticas	4	419	18/07/2022 5	E	19/07/2022 7:	E
Constructivas	4	180	18/07/2022 5	E	14/07/2022 9:	E
Evaluativas	4	306	18/07/2022 5	E	17/07/2022 9:	E
Juzgar credibili	4	127	18/07/2022 5	E	21/07/2022 9:	E
TIPOS DE RAZONA	4	385	18/07/2022 5	E	2/12/2021 8:5	E
Autoridad	4	87	18/07/2022 5	E	2/12/2021 8:5	E
De pros y contr	2	5	18/07/2022 5	E	19/07/2022 8:	E
Económicos y p	4	81	18/07/2022 5	E	18/07/2022 5:	E
Incertidumbre	2	14	18/07/2022 5	E	20/07/2022 6:	E
Personales	4	71	18/07/2022 5	E	2/12/2021 8:5	E
Persuasión	2	2	18/07/2022 5	E	20/07/2022 6:	E
Precaución	1	8	18/07/2022 5	E	20/07/2022 6:	E
Probabilidad	2	30	18/07/2022 5	E	20/07/2022 6:	E
Sociales y ambi	4	87	18/07/2022 5	E	19/07/2022 8:	E

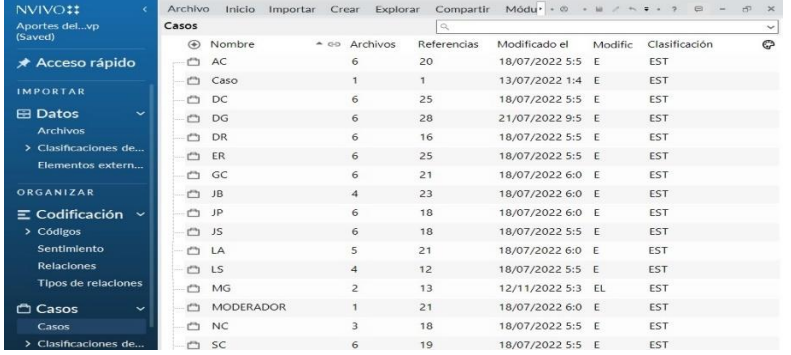
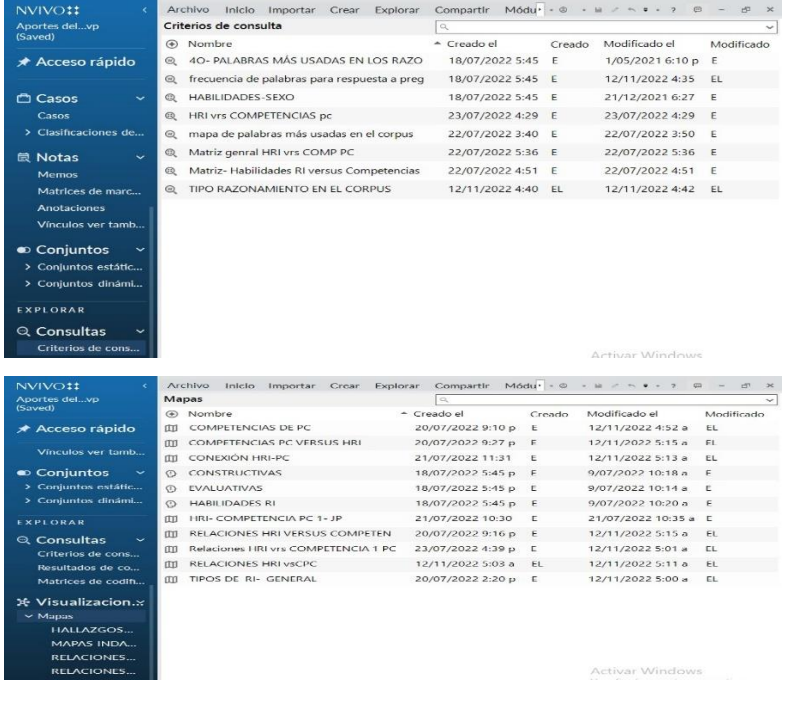
Relaciones View: A table showing relationships between codes.

Del nombre	De la	Tipo	Para no	A la c	Direc	Archi	Refer	Cread	Crea	Modif	Modi
COMPETEN	Códi	conti	ANALIS	Códi	---	2	20	22/0	E	23/07	E
COMPETEN	Códi	conti	ANALIS	Códi	---	1	2	22/0	E	23/07	E
COMPETEN	Códi	conti	ANALIS	Códi	---	1	1	22/0	E	23/07	E
COMPETEN	Códi	conti	ANALIS	Códi	---	0	0	22/0	E	23/07	E
COMPETEN	Códi	conti	ANALIS	Códi	---	2	10	22/0	E	23/07	E
COMPETEN	Códi	conti	ANALIS	Códi	---	1	8	22/0	E	22/07	E
COMPETEN	Códi	conti	ANALIS	Códi	---	0	0	22/0	E	23/07	E
COMPETEN	Códi	conti	ANALIS	Códi	---	0	0	22/0	E	23/07	E
COMPETEN	Códi	conti	ANALIS	Códi	---	2	12	22/0	E	12/11	EL
COMPETEN	Códi	conti	ANALIS	Códi	---	0	0	22/0	E	23/07	E
COMPETEN	Códi	conti	ANALIS	Códi	---	0	0	22/0	E	23/07	E
COMPETEN	Códi	conti	ANALIS	Códi	---	2	9	22/0	E	23/07	E
COMPETEN	Códi	conti	ANALIS	Códi	---	1	5	22/0	E	23/07	E
COMPETEN	Códi	conti	ANALIS	Códi	---	0	0	22/0	E	23/07	E
COMPETEN	Códi	conti	ANALIS	Códi	---	1	7	22/0	E	23/07	E
COMPETEN	Códi	conti	ANALIS	Códi	---	0	0	22/0	E	23/07	E
COMPETEN	Códi	conti	ANALIS	Códi	---	1	6	22/0	E	23/07	E
COMPETEN	Códi	conti	ANALIS	Códi	---	2	8	22/0	E	23/07	E

Codificación: Corresponde a la agrupación y almacenamiento de los archivos de datos, memos, etc. Se pueden codificar a temas, sentimientos y relaciones. En este caso se codificó a temas y relaciones entre los elementos del proyecto: casos, códigos y archivos.

Códigos: son temas que inciden en los datos, para esta investigación se nombraron como análisis y toma de decisiones e indagación sobre RI y PC. Estos en ATD corresponden a las categorías de análisis iniciales o proceso de desmontaje del texto y puede crear patrones e ideas emergentes donde se establecen relaciones entre las unidades de análisis y los subcódigos. Por ejemplo, para el código análisis y toma de decisiones está el subcódigo HRI y en este los subcódigos: analíticas, constructivas, evaluativas y credibilidad de las fuentes, cada una de ellas con subcategorías.

Relaciones: representa las relaciones entre los elementos del proyecto, por ejemplo, se establecieron relaciones entre los textos argumentativos construidos por los estudiantes, las HRI y las CPC.

		<p>Casos: Representa las unidades de observación, es decir los 15 estudiantes de educación básica secundaria que participaron en la investigación.</p>
EXPLORAR		<p>Explorar: Corresponde a la revisión de las diferentes acciones realizadas con el Software que incluyen:</p> <p>Consultas: Almacena consultas guardadas y los resultados de las ejecuciones de consultas específicas. Estos pueden ser:</p> <p><i>Resultados de consulta.</i> Correspondientes a búsquedas de texto y codificación, referencias cruzadas, entre otras.</p> <p><i>Matrices de codificación.</i> Son tablas de resultados de consultas de matriz de codificación.</p> <p><i>Visualizaciones:</i> Almacena todas las representaciones visuales que se crean para el proyecto como mapas.</p> <p>Reportes: Son resúmenes de la información del proyecto seleccionada. Y puede ser reportes formateados (en formato listo para imprimir) o de texto (que se puede exportar como archivo de texto, Excel o XML)</p>

Fuente: Elaboración propia con base en Software NVIVO. Proyecto aportes del RI al PC desde el abordaje de CSC

La figura permite visualizar que las palabras con mayor frecuencia identificadas en los textos y discursos de los estudiantes corresponden a Covid-19, vacuna, virus, hormona, salud, leche, entre otras. Estas se convierten en palabras clave relacionadas con las dos CSC abordadas y que orientan al investigador sobre los objetivos propuestos.

Este proceso de unitarización es facilitado por la creación de mapas ramificados (figura 23) y el análisis de conglomerados (figura 24) construidas a partir de NVIVO, que para el ATD aporta a la realización de las tres etapas propuestas por Moraes y Galiuzzi (2007)

Figura 23

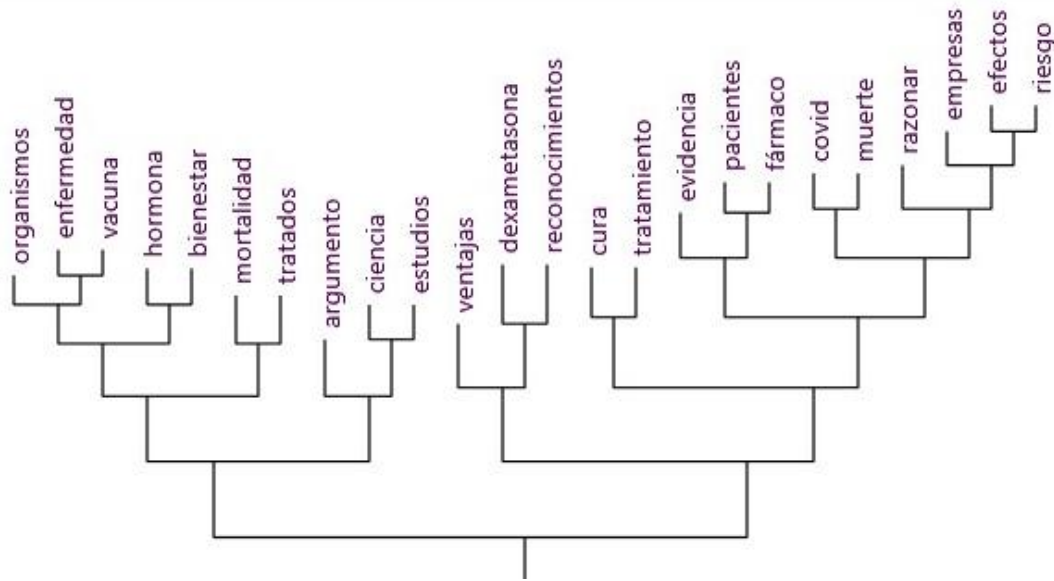
Mapa ramificado de frecuencia de palabras del corpus del proyecto aportes del RI al PC desde el abordaje de CSC

hormona	covid	riesgo	salmón	económico	ganaderos	científicos	vida	enfermedad				
	salud	vaca	vacas	argumentar	razonar	beneficio	crítico	consumo	graves			
vacuna	virus	pensar	dexamet	vacuna	monsar	critico	daño	econó	empres	enfermalime		
	pacientes	producción	efectos	animal	argum	dudar	eficaci	etiquet	ganand	ingres	respira	
leche	medicamento	pensamiento	estudios	evidenc	avanc	sancio	descd	ética	exper	famili	leche	masti
		muerte	razonar	comba	cientif	secuel	médic	result	salvar	terapi	artific	cánc
		tratamier	consec	cur	benefi	merca	confia	favor	futuro	gasto	grave	
		pruebas	investig	debat	bovin	métod	econd	horm	orde	plasm	pobre	
					ciencia	mundi	empr	millor	proce	vidas	análisi	
					decisi	recom	evide	oms	reco	alme	colom	

Fuente. NVIVO. Proyecto aportes del RI al PC desde el abordaje de CSC

Figura 24

Diagrama de análisis de conglomerados. Proyecto aportes del RI al PC desde el abordaje de CSC



Fuente: NVIVO. Proyecto aportes del RI al PC desde el abordaje de CSC

Respecto a las categorías iniciales, estas se agrupan en códigos que corresponden a las categorías a priori con las que el investigador inicia la fragmentación, de tal manera que al codificar los textos producidos por los estudiantes se tiene la posibilidad de hacer triangulaciones entre los elementos que el investigador requiera para dar respuesta a las preguntas de investigación.

Capítulo 5

Razonamiento Informal Involucrado al Abordar Cuestiones Sociocientíficas en las Clases de Ciencias Naturales

En este capítulo se presenta el análisis de los datos obtenidos durante el desarrollo de la investigación mediante ATD con metodología de análisis mixta y software Nvivo. El análisis se realizó a partir de la revisión del corpus de la investigación (recursos o datos) con el que se establecieron categorías (nodos) y subcategorías de análisis definidas a priori y emergentes, pero que se fueron reorganizando y complementando a partir del análisis. Todos los elementos fueron codificados y descritos en un libro de códigos donde las categorías emergentes se indican como (emerg) al lado del nombre como se muestra en el Apéndice D

El análisis se presenta en tres secciones. La primera corresponde a los datos obtenidos en la indagación, donde se abordó la primera pregunta de investigación: ¿Qué percepciones tienen los estudiantes de grado 9 de educación básica secundaria sobre el razonamiento y el pensamiento crítico?

Esta sección se divide en dos apartados, en el primero presenta las percepciones que tienen los estudiantes sobre el razonamiento, PC y sobre las posibles relaciones que establecen entre estos dos conceptos. En el segundo se describe su percepción frente al aporte del proceso educativo a su pensamiento crítico.

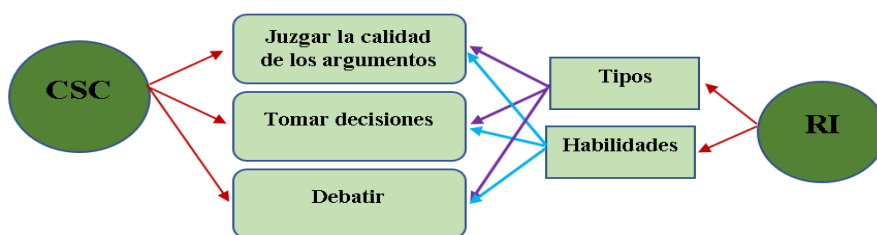
Respecto a los aportes del proceso de educación a su PC, los estudiantes reconocen que mediante las estrategias propuestas por sus profesores en la mayoría de áreas de conocimiento si se ha favorecido su PC.

En la segunda sección (figura 25) se divide en tres apartados que corresponden al análisis del tipo y de las habilidades de razonamiento informal (HRI) que privilegian los estudiantes en

tres acciones de pensamiento: juzgar la calidad de los argumentos, tomar decisiones y debatir al abordar temas controvertidos relacionados con la C&T en las clases de ciencias naturales. Con estas actividades se aborda la segunda pregunta de investigación: ¿Qué tipo de razonamiento informal y qué habilidades involucran los estudiantes de grado 9 de educación básica secundaria al discutir sobre cuestiones sociocientíficas en las clases de ciencias naturales?

Figura 25

Acciones de pensamiento de los estudiantes al abordar cuestiones sociocientíficas



Nota: (CSC= cuestiones sociocientíficas; RI= razonamiento informal). Fuente: Elaboración propia.

Los datos que se analizan y discuten en esta sección se obtuvieron a partir del instrumento de caracterización para el RI y de las actividades desarrolladas en el espacio “*aplico lo aprendido*” de tres secuencias didácticas aplicadas durante la intervención en el aula y que fueron diseñadas a partir de los hallazgos de la indagación y de la caracterización de RI. Los resultados obtenidos permitieron identificar que el tipo de razonamiento que más privilegiaron los estudiantes correspondió a los razonamientos de autoridad y que las habilidades de RI que más ponen en juego, tanto para juzgar la calidad de los argumentos como para tomar decisiones son las habilidades analíticas.

En la tercera sección se presentan las relaciones que se lograron identificar entre el razonamiento informal, las cuestiones sociocientíficas y el pensamiento crítico de los estudiantes.

En este apartado se aborda la tercera pregunta de investigación correspondiente a indagar sobre las implicaciones educativas del razonamiento informal vinculado en el análisis de CSC en la promoción del pensamiento crítico de los estudiantes de grado noveno de educación secundaria en las clases de ciencias naturales, estableciendo relaciones entre este razonamiento, las CSC y el PC.

A continuación, se describen y analizan con mayor detalle los hallazgos para cada sección.

Indagación sobre Razonamiento y Pensamiento Crítico

El Apéndice D muestra seis categorías a priori y 19 emergentes identificadas en la indagación que permitieron dar respuesta a la primera pregunta de investigación: ¿Qué percepciones tienen los estudiantes de grado noveno sobre el razonamiento y el pensamiento crítico? Este primer apartado presenta los hallazgos para estas categorías.

percepciones de los Estudiantes sobre Razonamiento

Como se definió en uno de los capítulos de fundamentación teórica, el razonamiento es un concepto muy antiguo que se ha venido relacionando con la construcción y evaluación de argumentos y que se emplea en la cotidianidad para analizar una determinada situación y tomar una postura frente a ella que permita la toma de decisiones. Para esta categoría se consolidaron cuatro categorías emergentes (Apéndice D) que presentaron el siguiente orden de frecuencia: autorreflexión > capacidad para analizar y/o resolver problemas > comprender algo, pensar con lógica¹¹.

Los datos que presenta el Apéndice E para esta categoría indican que un 13% de los estudiantes concibe el razonamiento como la capacidad para pensar con lógica; otro 13% como la forma para comprender algún tema, situación o acontecimiento ya sea académico o de su vida

¹¹ Se usa el símbolo mayor que > para dar cuenta de la frecuencia existente en cada categoría, así se puede evidenciar cuantificar la predominancia de una u otra categoría.

personal. Lo que implica que el razonador ponga en juego una amplia gama de conocimientos y que pueda seleccionar los más relevantes (Martín y Nuevo, 2007, p. 217; Toulmin et al., 1984.)

El 20% lo interpretan como la capacidad para analizar y resolver problemas. En este sentido Martín y Nuevo, (2007) y Cerbin, (1988) afirman que el razonamiento informal se aplica en la solución de problemas interpersonales o familiares y en cuestiones relevantes para el razonador cuando toma en consideración contenidos de gran importancia personal.

El 33% lo relaciona con la autorreflexión necesaria en muchos momentos de su vida. Este aspecto ha sido mencionado por autores como Means y Voss (1996); Zohar y Nemet (2002) cuando indican que se habla de razonamiento informal en la medida que un pensador reflexiona sobre causas y consecuencias; pros y contras; posiciones y/o alternativas de una situación o tema en particular.

El 21% de los estudiantes exponen respuestas que no guardan ninguna relación con el razonamiento o fueron respuestas copiadas de internet. Si se consideran estas respuestas como válidas, no se estaría mostrando la situación real de la percepción que tienen sobre lo que se está indagando. En el caso de los estudiantes que copiaron de internet, se pudo validar que es una práctica que acostumbran a tener en varias asignaturas, donde incluso presentan algunas actividades de sus compañeros como propias. En el caso de los estudiantes cuya respuesta está fuera de contexto, es posible que corresponda a los que manifestaron que no les gusta leer ni analizar lo que se les pregunta o que les da pereza ese tipo de actividades o, que la desarrollaron de afán por alguna situación particular.

Percepciones de los Estudiantes sobre Pensamiento Crítico

Sabemos que para PC no hay una definición unificada y que en la literatura se encuentra variedad de propuestas con puntos de encuentro que permiten orientar las investigaciones que se

realizan en torno a este concepto. De acuerdo con lo anterior, en la definición que presentaron los estudiantes sobre este concepto se identificaron cuatro categorías emergentes (Apéndice D) que corresponden a varios de estos aspectos y características, convirtiéndolo en un insumo importante toda vez que este concepto no está alejado de la cotidianidad de los estudiantes.

El Apéndice E muestra el % de frecuencia de cada categoría emergente que correspondió a: análisis detallado de algo > poner en duda algo > pensar de forma objetiva, tener buenos argumentos > tener diferentes ideas sobre algo.

El 7% de los estudiantes relacionó el PC con tener diferentes ideas sobre algo, lo que implica pensar sobre cualquier tema, contenido o problema como lo manifiesta Paul y Elder (2003, p.4).

El 13% lo relaciona con la capacidad de tener buenos argumentos, en este sentido, los buenos argumentos se van logrando en la medida en que el individuo pueda ejercitar sus razonamientos en escenarios cognitivos apropiados que podrían resultar suficientes para su desarrollo como lo indica Deanna Kuhn (1991, 1993, 1996, 1999, 2003).

El 13% lo vincula con formas de pensar objetivamente, alejadas de las experiencias sin tomar en consideración las emociones, es decir sin involucrar los sentimientos de la persona que piensa. Esta concepción conjuga más con las características del pensamiento lógico, en cuanto a que no permite analizar, razonar, justificar o probar razonamientos (Saldarriaga et al., 2016), es decir, no se presta para ver diferentes alternativas o puntos de vista que se puedan discutir para llegar a consensos. Sin embargo, en relación a las experiencias, según Lipman (1991) no se sabe hasta qué punto la experiencia, específicamente la escolar, tiene alguna incidencia -positiva o negativa- en las destrezas de razonamiento de los estudiantes.

Para el 27% de los estudiantes es poner en duda algo, aspecto del pensamiento crítico referido por Piaget en 1980 cuando hacía alusión a los objetivos de la educación: “[...] el segundo objetivo de la educación es formar mentes capaces de ejercer la crítica, que puedan comprobar por sí mismos lo que se les presenta y no aceptarlo simplemente sin más” [...] (Piaget, 1980, p110.).

El 40% lo articula con el análisis detallado de algún aspecto o situación, estos elementos coinciden con la propuesta de Dewey en tanto que considera al pensamiento crítico como una acción activa, persistente y cuidadosa de una creencia o forma de conocimiento [...] (Dewey, 1910. p 7)

Indagar por las percepciones de los estudiantes frente al RI y al PC permitió orientar la ruta a seguir para la construcción de las secuencias didácticas, de tal forma que las respuestas brindadas por los estudiantes evidencian que identifican varias de las características relacionadas con la reflexión, el conocimiento, el contexto, la toma de decisiones y la resolución de problemas. Todas ellas involucradas en las definiciones que proponen diferentes autores que han centrado su interés investigativo en estos aspectos (tabla 12 y 13). Esto se convirtió en una ventaja, en el sentido de iniciar un proceso de formación en habilidades de razonamiento informal con un grupo que ya había tenido un acercamiento a estos conceptos facilitando la construcción de andamiajes que llevaron a buen término el objetivo principal de la investigación.

Relaciones que Encuentran los Estudiantes entre Razonamiento y Pensamiento Crítico

Varios autores han planteado que el razonamiento y el PC guardan relaciones muy estrechas, por ejemplo, Dellarosa (1988), indica que para Boole no hay distinción entre ellos y si la hay es muy poca. A partir de esta idea las relaciones que presentaron los estudiantes se organizaron en tres categorías emergentes (Apéndice D) con la siguiente frecuencia: el razonamiento está implícito en el pensamiento crítico > ambas son formas de pensar que llevan a

resolver una situación > el pensamiento crítico nos hace dudar de hechos y el razonamiento nos permite estar seguros.

El Apéndice E muestra que el 67% de los estudiantes reconocieron de una u otra forma que existen relaciones importantes entre el razonamiento y el pensamiento crítico de un sujeto, como por ejemplo que son formas de pensar que llevan a la resolución de una situación (20%); o que el razonamiento está implícito en el PC (40%) lo que ratifica lo señalado por Galotti (1989) respecto a que el pensamiento crítico de uso cotidiano es una forma de razonamiento.

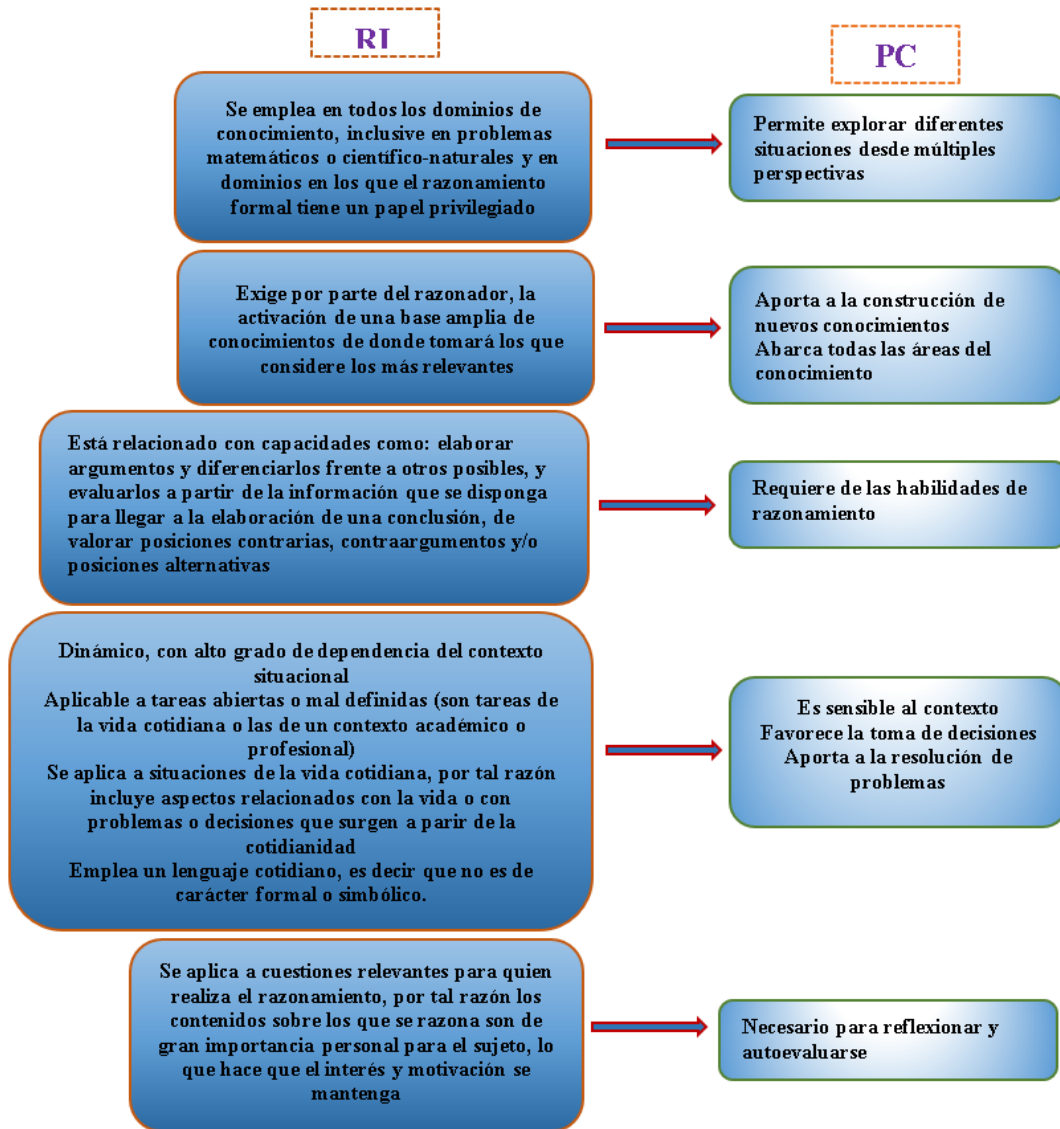
El 7% de los estudiantes identificó una relación contradictoria entre estos dos conceptos de tal forma que mientras el PC los hace dudar de los hechos el razonamiento les permite estar seguros de ellos.

El 33% de los estudiantes no identificó ninguna relación entre el razonamiento y el pensamiento crítico, lo que valida la importancia de favorecer el razonamiento informal en las clases de ciencias naturales como una estrategia para fortalecer el pensamiento crítico de los estudiantes de grado noveno. Lo anterior, justificado en la necesidad de enseñar a los estudiantes el razonamiento, que para Lipman: [...] es aquel aspecto del pensamiento que puede ser formulado discursivamente, sujeto a una evaluación mediante criterios [...], y ser enseñado [...] (Lipman, 1991, p 70.)

En varias investigaciones ya se ha puesto de manifiesto la existencia de relaciones entre estos dos conceptos que ya se han mencionado en el capítulo tres de este escrito. Para la autora los puntos de encuentro (figura 26) entre el razonamiento informal y el pensamiento crítico se pueden evidenciar al revisar las características de cada uno de ellos.

Figura 26

Puntos de encuentro entre razonamiento informal y pensamiento crítico



Fuente: Elaboración propia

La figura 26, muestra relaciones estrechas entre las características del RI (parte izquierda de la imagen) y las del PC (parte derecha de la imagen). Por ejemplo, el RI exige por parte del razonador poner en juego una amplia base de conocimientos de los que tomará en consideración los más relevantes para la construcción de sus razonamientos. Esta característica se corresponde

con la del PC en cuanto a que aporta a la construcción de nuevos conocimientos que pueden abarcar cualquier disciplina. Estos puntos de encuentro se constituyen como un elemento más para fundamentar la propuesta de la autora de la presente investigación, en relación a que las HRI se pueden validar en las CPC que se adoptado de Solbes y Torres.

Percepción de los Estudiantes frente al Aporte del Proceso Educativo a su Pensamiento

Crítico

Los estudiantes han estado dentro de un sistema educativo correspondiente a la educación básica primaria y secundaria. En este apartado se presenta su percepción frente a si consideraban que este proceso educativo había o no aportado a su razonamiento y pensamiento crítico. En el corpus investigativo se identificaron tres categorías emergentes (Apéndice D) a partir de las cuales se analizaron las respuestas de los estudiantes con la siguiente frecuencia: se propician espacios de reflexión, análisis, debates y negociación > el razonamiento se va desarrollando en la medida que se avanza con la edad > por pereza no realizo esas actividades.

El Apéndice E muestra que el 20% de los estudiantes refiere que el razonamiento se va adquiriendo a lo largo de su vida en la medida que se avanza con la escolaridad. Por ejemplo, JS señala que: *[...] poco a poco vamos creciendo y vamos siendo seres más pensantes*; JB: *[...] en estos últimos grados mi capacidad de razonamiento, análisis y pensamiento crítico se han desarrollado*; DG: *[...] para poder dar un punto de vista concreto y lógico debemos desarrollar la razón y el pensamiento crítico, lo que hacemos conforme pasa el tiempo y así aprendemos a hacerlo*. Esta característica guarda relación con la visión que presenta Deanna (1993), quien resalta la existencia de habilidades fundamentales de razonamiento informal que se van involucrando durante el desarrollo del pensamiento del individuo. Por su parte Lipman (1991, p. 70-71) afirma que el niño empieza a razonar desde el mismo momento en que empieza a adquirir un lenguaje en

el contexto cotidiano de su familia y este razonamiento se podría ir fortaleciendo en la escuela durante su proceso escolar.

El 53% de los estudiantes señalan que desde las dinámicas de los diferentes campos de conocimiento¹² se propician espacios de reflexión, análisis, debates y negociación. Lo que se evidencia con respuestas como:

GC: [...] *los profesores me dan la opción de investigar por mis propios medios para así desarrollar un mejor pensamiento crítico;*

SM: [...] *por medio de debates en los que he participado y otras actividades se me ha dado la oportunidad de emplear este pensamiento;*

DG: [...] *muchas veces en diferentes actividades, hay puntos de vista muy diferentes, entonces debemos tener la capacidad de razonar para poder tener un pensamiento crítico y defender nuestros argumentos y puntos de vista.*

Los aspectos que se señalan en estas respuestas han sido tomadas en cuenta en diferentes investigaciones donde se resalta la necesidad de crear espacios donde los estudiantes sean partícipes activos de sus procesos de pensamiento (Jiménez-Aleixandre, 2007, 2010).

Un 20% presenta una respuesta que no es acorde con lo que se pregunta. Por ejemplo, DC: [...] *Si porque hemos aprendido muchas cosas.* O la respuesta de NC: [...] *Si, porque he tenido información de la que no tenía acceso.* Este tipo de respuestas no brindan la posibilidad de identificar si realmente el proceso educativo ha aportado o no a su razonamiento y pensamiento crítico.

¹²La institución educativa donde se desarrolló la investigación tiene organizado el currículo en cinco campos de conocimiento, cada uno conformado por asignaturas que varían de acuerdo al ciclo. En el caso de ciclo IV, así: Matemático (matemáticas y geometría); histórico (ciencias sociales, educación religiosa, cátedra de la paz. Educación ética, valores humanos); comunicativo (Lengua castellana, inglés); científico (ciencias naturales, tecnología e informática); arte, movimiento y expresión (artes, educación física).

Un 7% de los estudiantes, a pesar de indicar que la escuela sí ha favorecido su razonamiento y pensamiento crítico, reconocen que por pereza no realizan ese tipo de actividades, por ejemplo, indican que JP: *[...] cuando me ponen a hacer esos ejercicios me da pereza realizarlos y los hago por salir del paso, lo que hace que sienta que no aprenda casi nada [...]*. Estas afirmaciones permiten que cobre importancia un elemento que ha suscitado diversas investigaciones y que tiene que ver con la actitud de los estudiantes ante su proceso de aprendizaje, que, aunque no es el tema central de esta investigación, sí reviste importancia y se puede proyectar como un reto para ser abordado en futuras investigaciones.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, se pudo determinar que el 27% de las respuestas de los estudiantes no aportaron significativamente para identificar en qué medida la educación básica ha incidido en estos procesos de pensamiento, representando entonces un rango significativo para tener presente cuando se analicen los resultados que se obtengan después de la intervención con las secuencias didácticas.

Áreas del Conocimiento que Aportan al PC

Para esta categoría a priori se identificaron 16 categorías emergentes (Apéndice D) con la siguiente frecuencia: español > matemáticas > ciencias naturales > ciencias sociales > inglés, todas las áreas > religión, tecnología, educación física > la mayoría de las áreas, desarrollo humano, proyecto Hermes, orientación escolar.

En el Apéndice E se puede evidenciar que el 5% de los estudiantes consideró que todas las áreas de conocimiento aportaron a su PC mientras que el 2% indicó que la mayoría lo hizo. Las siguientes respuestas dan cuenta de este aspecto.

LS: [...] en todas las materias, porque en ellas podemos debatir, hablar, expresarnos;

DG: [...] en todas las áreas nosotros tenemos la libertad de expresión, lo cual nos ayuda en el desarrollo de la razón y pensamiento crítico;

DC: Todas porque con mayor conocimiento podemos pensar de una manera mejor.

Las tres respuestas involucran aspectos relacionados con el fortalecimiento del pensamiento crítico. Por ejemplo, *LS* hace referencia a debatir, hablar y expresarnos, en tanto que *DG* hace alusión a la libertad de expresión. Todos ellos son formas del lenguaje verbal y que en palabras de García (2007) es con el que se expresa el pensamiento. De otra parte, Vygotski (1993) reconoce que el pensamiento se forma como un proceso ligado al lenguaje ya que considera imposible un pensamiento sin palabras.

La respuesta de *DC* se refiere al papel del conocimiento en las formas de pensar, es decir que entre mayor conocimiento tenga un individuo mejor será su manera de pensar. En este sentido el conocimiento hace parte de una de las competencias de pensamiento crítico propuestas por Solbes y Torres (2012)

El 6% de los estudiantes no mencionó ninguna de las áreas de conocimiento, sino que reconocieron los aportes al PC de espacios como el desarrollo humano¹³, talleres de orientación escolar y Proyecto Hermes¹⁴ donde se desarrollaron actividades que les permitió poner en juego el razonamiento para analizar situaciones, reflexionar sobre su actuar, mediar ante situaciones de conflicto entre los miembros de la comunidad educativa y para tomar decisiones en diferentes situaciones de su vida personal, familiar o académica.

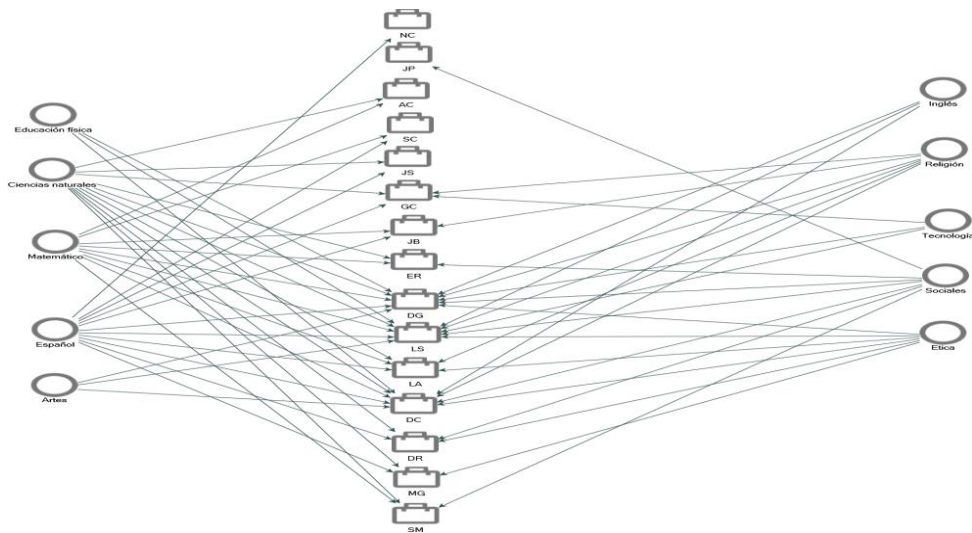
¹³ En la institución educativa el desarrollo humano corresponde a dirección de curso.

¹⁴ El proyecto Hermes es un programa de convivencia estudiantil de la Cámara de Comercio encaminado a capacitar a los estudiantes para actuar como medidores en la resolución de conflictos.

Respecto a las áreas de conocimiento en particular (figura 27), se presentó la siguiente frecuencia: español > matemáticas > ciencias naturales > ciencias sociales > inglés > religión, ética, tecnología, educación física, artes.

Figura 27

Áreas del conocimiento que favorecen el PC



Fuente: Nvivo. Proyecto aportes del RI al PC desde el abordaje de CSC

La figura muestra que para el caso de ciencias naturales (interés de la presente investigación) el 18% de los estudiantes señala que esta asignatura favorece el pensamiento crítico. Por ejemplo, AC indica: [...] debido a que en trabajos se deben hacer hipótesis he aprendido a razonar para sacar repuestas mejores y más completas [...].

En términos generales, llama la atención que la percepción preliminar de los estudiantes sea que la mayoría de asignaturas estén aportando al pensamiento crítico. Este hallazgo guarda relación con lo que indica Lipman cuando asegura que el pensamiento crítico está catalogado como un pensamiento de orden superior que puede ser propiciado en el aula desde cualquier asignatura (Lipman, 1998, p.63.)

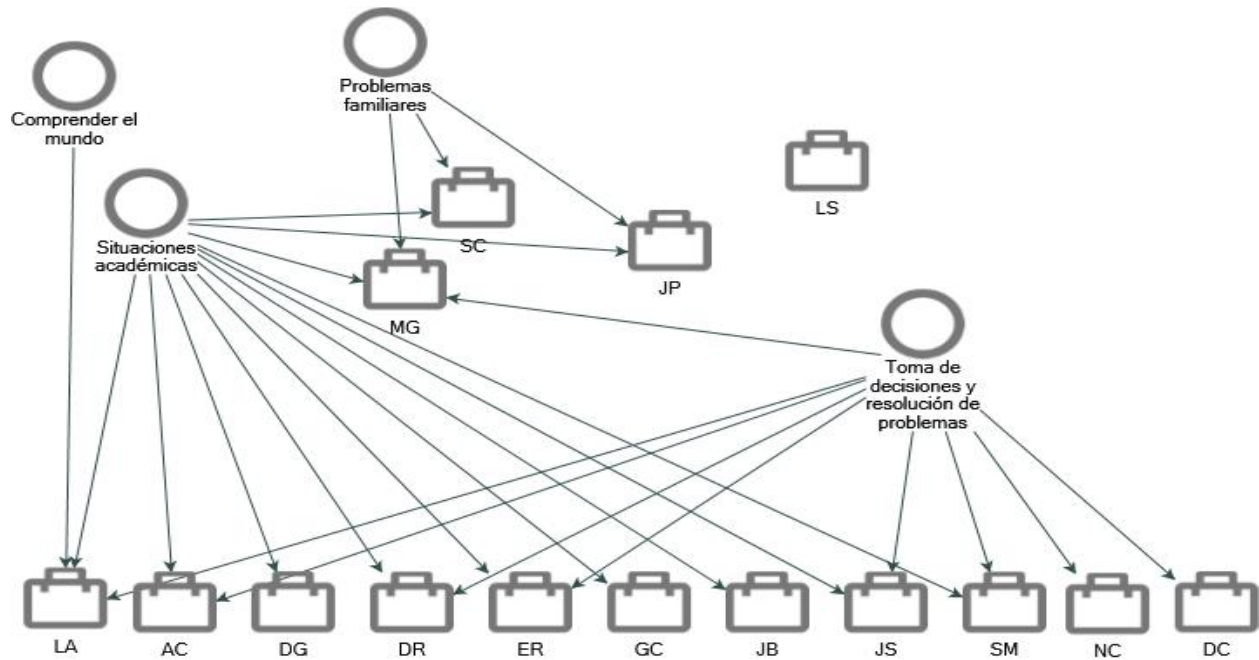
Con lo anterior se evidencia la importancia de resaltar el papel de favorecer interacciones entre los estudiantes donde el habla juega un rol indispensable como una habilidad básica en los procesos de aprendizaje y que puede ser favorecida por el razonamiento (Lipman, 1998, p.78).

Requerimientos del Razonamiento en la Vida de los Estudiantes

Es bien sabido que en la cotidianidad de toda persona se presentan situaciones de diversa índole que necesitan del razonamiento para poder abordarlas, analizarlas o tomar decisiones frente a ellas. En este sentido la última pregunta del cuestionario indagó sobre situaciones concretas donde los estudiantes han requerido del razonamiento. Para esta categoría a priori se derivaron cinco categorías emergentes (Apéndice D) con la siguiente frecuencia: situaciones académicas > Toma de decisiones > resolución de problemas > situaciones familiares > entender el mundo (figura 28).

Figura 28

Situaciones de la cotidianidad de los estudiantes donde han requerido del razonamiento



Fuente: Nvivo. Proyecto aportes del RI al PC desde el abordaje de CSC

La figura muestra las 4 situaciones en las que los estudiantes manifestaron haber requerido del uso del razonamiento y los datos suministrados en el Apéndice E indican que las situaciones en las que más han puesto en juego el razonamiento corresponden a situaciones académicas (40%) donde se encontraron respuestas como: *DG: [...] en debates, en conversaciones con mentalidades y pensamientos diferentes a los míos y cuando tengo que hacer algo con mucha decisión*. En segundo lugar, para la toma de decisiones y resolución de problemas (30%) como se evidencia en respuestas como: *DR: [...] a la hora de tomar decisiones para mi futuro; LA: [...] cuando hablo con los mayores sobre un tema problemático siempre debo pensar como se puede llegar a solucionar el problema; DC: [...] cuando alguien me hace algo malo razono para no devolverle lo que me hizo*.

Los aspectos donde menos han recurrido al razonamiento corresponden a situaciones familiares (10%) por ejemplo, *PJ: [...] en el momento de decidir con quien de mis padres vivir; MG: [...] cuando he cometido algún error grave; SC: [...] ante la muerte*. Y finalmente en aspectos para entender el mundo (3%), por ejemplo, *LA: [...] a veces me pongo a pensar y a razonar lo que sucede en el mundo y como puede llegar a afectar mi vida*.

Estas respuestas confirman que el razonamiento desempeña un papel importante en prácticamente todos los ámbitos y facetas de la vida de los sujetos (Voss et al., 1991. p. xiii).

Los resultados obtenidos en la indagación frente a la concepción que tienen los estudiantes sobre razonamiento y pensamiento crítico permiten determinar que para ellos estos dos conceptos no son del todo ajenos, ya que en sus concepciones hacen alusión a varias de sus características. En cuanto a su importancia en los diferentes campos del conocimiento, reconocen sus aportes desde las dinámicas propias de muchos de estos espacios y finalmente, con relación a cuándo han

involucrado el razonamiento se puede corroborar que en las diferentes situaciones de la cotidianidad de cualquier individuo, a nivel personal, familiar o académico.

El Razonamiento Informal en el Abordaje de las Cuestiones Sociocientíficas

En esta sección se presentan los resultados obtenidos en la indagación sobre el TRI y las HRI que pusieron en juego los estudiantes en las acciones de pensamiento: juzgar la calidad de los argumentos, tomar de decisiones y debatir frente a CSC relacionadas con la Covid-19 y con el uso de la hormona recombinante de crecimiento bovino (rBGH) en las clases de ciencias naturales.

Para efectos de sintetizar los resultados que se muestran en la tabla 28, dentro del texto se presentan tres ejemplos correspondientes a las mayores frecuencias presentadas para el TRI y para las HRI en las tres acciones de pensamiento. El Apéndice F presenta con mayor detalle el análisis de las respuestas de los estudiantes para las tres acciones indicadas. A continuación, se describen los hallazgos para TRI y HRI en las tres acciones mencionadas.

Tabla 28

Tipos y habilidades de razonamiento informal involucrados al abordar CSC en las clases de ciencias naturales

Acción de pensamiento		Juzgar la calidad de los argumentos (% de frecuencia)					Tomar decisiones (% de frecuencia)					Debatir (% de frecuencia)		% \bar{X} Total por TRI y HRI		
		Caracterización	% \bar{X} por categoría	Intervención en el aula (Sec. Didác.)	% \bar{X} por categoría	% \bar{X} total para la acción de pensamiento	Caracterización	% \bar{X} por categoría	Intervención en el aula (Sec. Didác.)	% \bar{X} por categoría	% \bar{X} total para la acción de pensamiento	Debate	% \bar{X} por categoría para la acción de pensamiento			
Tipo de Razonamiento Informal (TRI)	Personales	Fuentes Teóricas	54		58		60	54		82		66	57		43	59
	Autoridad	Fuentes experimentales	54	54	75	66		54	54	73	77		29			
		Intuitivos	8		33			23		18			71			28
		Éticos Morales	31	13	8	14	13,5	8	26	9	33	29,5	57	55		
		Experiencias personales	0		0			46		73			36			
	Sociales y ambientales	Afectación a la salud	46		67		56,5	31		91			100		100	67
				46		67		56,5		91		61		100		
		Económicos y políticos	38	38	83	83	60,5	0	0	45	45	22,5	93	93		52
		Incertidumbre	8	8	17	17	12,5	23	23	64	64	43,5	36	36		30
		Persuasión	8	8	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0		2
	De pros y contras	0	0	8	8	4	8	8	9	9	8,5	0	0		5	
	Precaución	31	31	0	0	15,5	0	0	0	0	0	0	0		6	
	Probabilidad	23	23	42	42	32,5	38	38	54	54	46	57	57		43	

		Conclusión	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
Habilidades de RI (HRI)	Análíticas			75	93	84	81	91	86		90	86		
		Razón (datos, pruebas, etc.)	88	100		92		100		100				
		Justificación	46	80		54		73		71				
	Evaluativas	Reclamaciones claras	69	92		31		91		50			56	
		Razones relevantes	77	48	88	66	57	85	54	60	61	57,5	79	52
		Justificación relevante	46		85			85		73			57	
		Refutaciones	0		0			15		18			21	
	Constructivas	Declara reclamaciones	46		85			38		64			71	44
		Califica reclamaciones	15		15			15		9			36	
		Conocimiento de base	62	31	100	60	45,5	54	35	100	46	40,5	86	50
		Señala limitaciones a las reclamaciones	0		38			38		9			7	
	Juzgar la credibilidad de la fuente	Autoridad que emite	15		31			15		18			21	35
		Medio de publicación	15	32	23	33	32,5	23	46	9	27	36,5	29	36
Respaldo científico		65		46			58		82			57		

Fuente: A partir de Nvivo proyecto aportes del RI al PC al abordar CSC en las clases de CN

Tipo de Razonamiento Informal Vinculado para Juzgar la Calidad de los Argumentos, Tomar Decisiones y Juzgar la Credibilidad de la Fuente

La identificación del TRI vinculado para juzgar la calidad de los argumentos, tomar decisiones y juzgar la credibilidad de la fuente se realizó a partir de dos fuentes de datos correspondientes a la caracterización y a la intervención en el aula a partir de secuencias didácticas. Los datos obtenidos fueron sometidos a ATD obteniendo categorías de análisis formuladas a priori y emergentes (Apéndice D).

En la etapa de caracterización del PC para la identificación del TRI vinculado para juzgar la calidad de los argumentos se utilizó un espacio periodístico de C&T de France 24 titulado: ¿Por qué ha causado tanta polémica la vacuna rusa contra el Covid-19? (Apéndice C, parte I). Para la toma de decisiones se recurrió a la entrevista realizada por la BBC News Mundo al director principal de la investigación en Colombia sobre el tratamiento con plasma convaleciente (Apéndice C, parte II).

En la etapa de intervención en el aula la identificación del TRI involucrado para juzgar la calidad de los argumentos se realizó a partir de la nota publicada por la BBC News Mundo: Coronavirus en China: por qué las autoridades de Pekín culpan al salmón del nuevo brote de covid-19 (Apéndice I, aplico lo aprendido de la secuencia didáctica 1), Para la toma de decisiones se valió de la nota de la directora de la OPS donde invita a los países a prepararse para la vacunación contra la Covid-19 (Apéndice I, aplico lo aprendido de la secuencia didáctica 2, numeral 3). Finalmente, para identificar el TRI puesto en juego para debatir los estudiantes discutieron en torno al uso de la rBGH y su posible afectación a las vacas lecheras y a los consumidores de la leche producida por ellas (Apéndice I, secuencia didáctica 3, numeral 6).

La tabla 28 muestra que en general, para las tres acciones de pensamiento los estudiantes involucraron en orden de frecuencia los siguientes TRI:

sociales y ambientales > de autoridad > económicos y políticos > de probabilidad > incertidumbre > personales > de precaución > de pros y contras > de persuasión.

Los estudiantes privilegiaron los razonamiento social y ambiental y de autoridad sobre los demás razonamientos. A continuación, se presentan dos ejemplos para cada acción de pensamiento para estos dos tipos de razonamiento.

Para juzgar la calidad de los argumentos AC señaló que:

Considero que tiene razón en todo lo que dijo porque al estar en una carrera mundial por encontrar la vacuna contra el Covid-19 puede salir cualquiera y decir que tiene la vacuna y empezar a distribuirla a todo el público sin estar seguros de su efectividad y seguridad, además de que si se intenta distribuir una vacuna sin las pruebas requeridas puede causar desconfianza en la población y no la tomarían, aunque si funcionase [...]

En los razonamientos que expone AC retoma algunos elementos fundamentales como las pruebas o evidencias requeridas por la comunidad científica para poder utilizar una vacuna que ofrezca seguridad y efectividad a la población. Su postura se muestra a favor de los argumentos del Doctor Amesh Adalja frente a la vacuna rusa.

En cuanto a la toma de decisiones frente a la posibilidad de vacunarse JS indicó que:

En cierta medida creo que es beneficioso para nosotros los colombianos, que la vacuna tarde en llegar y se pueda comprobar que tan eficaz ha sido en otros países. Considerando esto y sabiendo que su propósito es que se logre la inmunidad colectiva, si me la pondría [...]

El razonamiento de JS muestra que para tomar la decisión de ponerse la vacuna contra la Covid-19, tomo en consideración el bienestar tanto personal como colectivo, analizando como ventaja el hecho de que esta sea probada antes en otros contextos.

Respecto al debate frente al uso de la rBGH SM manifestó que:

A las vacas les da mastitis y se les inflama las ubres y hace que bajen de peso; a los consumidores les da cáncer y les afecta el colon. cuando a las vacas les da mastitis les aplican un tipo de antibiótico que es un medicamento y eso puede traer consecuencias cuando tú vayas a consumir esa leche.

Los razonamientos de SM hacen referencia a la afectación que tienen la vaca y los consumidores en su salud a causa de la rBGH.

Para esta categoría de razonamiento los estudiantes tomaron en consideración la afectación a la salud y bienestar de los seres humanos y animales. El primer ejemplo hace referencia al riesgo que se corre si la vacuna contra la Covid-19 no fuese segura; el segundo se refiere a como se podría ver afectada la salud de los comerciantes que manipulan el Salmón y de la población en general y en el tercer ejemplo se involucra la salud y el bienestar de los animales y de los seres humanos consumidores de la leche producida por las vacas tratadas con la rBGH.

Respecto a los razonamientos de autoridad correspondientes a fuentes teóricas y fuentes experimentales para la acción de juzgar la calidad de los argumentos, el razonamiento de JS frente a la vacuna rusa fue: [...] *la (OMS) no ha recibido ningún tipo de evidencias ante la vacuna de Rusia [...]* y el razonamiento de LA: [...] *no hay evidencias científicas que digan que sí, que el salmón esté contaminado o tenga algo que ver con la Covid-19.*

Ambos razonamientos se apoyan en fuentes experimentales en cuanto a la necesidad de contar con evidencias científicas que respalden la seguridad y eficacia de la vacuna.

Respecto a la toma de decisiones sobre la opción de participar de la terapia de plasma de convalecencia en caso de ser paciente grave con Covid-19 que se encuentre hospitalizado JB señaló que: [...] *el tratamiento todavía no ha sido probado en ensayos clínicos rigurosos*. Este es un razonamiento de autoridad correspondiente a fuente experimental porque JB indica que no se han realizado ensayos clínicos rigurosos, término con el cual se enfatiza en la base científica que debe caracterizar la experimentación en el ámbito de la salud. Por su parte DG, respecto a decidirse si se vacuna o no contra la Covid-19 respondió:

He llegado a la conclusión de que si me pondría la vacuna contra el covid-19 sin la necesidad de que sea obligatoria, pero tendría que informarme más acerca del tema porque es una vacuna que ha generado demasiada controversia a nivel global. [...] Está comprobado que para algunas enfermedades para las que existen vacunas, estas cuentan con una eficacia de un 90-95% para lograr detener la propagación de las enfermedades, y sería igual para el virus de la Covid-19 [...]

DG en sus razonamientos se vale de fuentes teóricas y experimentales cuando hace referencia al trabajo científico realizado con otras vacunas y que garantiza su eficacia.

En el debate frente al uso de la rBGH GC, indicó que:

[...] los estudios dicen que la hormona está precisamente diseñada para que las vacas produzcan más leche de la que producen sin la hormona [...]

En este razonamiento GC hace referencia a las fuentes experimentales cuando indica que la hormona fue diseñada para producir más leche que la que produce de manera natural una vaca.

Estos razonamientos incluyen aspectos que dan cuenta del trabajo científico experimental, de sus bases teóricas y de la autoridad que los avala, por ejemplo, la OMS.

Los ejemplos anteriores correspondientes al TRI que vincularon los estudiantes en sus razonamientos frente a las tres acciones de pensamiento dan cuenta de la diversidad de razonamientos que les permitió construir unos argumentos más elaborados.

Otro aspecto a considerar para esta categoría es que de acuerdo a los datos de la tabla 28, se pudo indicar que la frecuencia de los diferentes tipos de razonamiento presentados para cada acción de pensamiento fue aumentando en la medida que se avanzó en la investigación. Por ejemplo, para la acción de juzgar la calidad de los argumentos los razonamientos de autoridad pasaron de 54% en la caracterización al 66% de frecuencia en la secuencia didáctica; para la toma de decisiones pasó de 54% en la caracterización al 82% en las secuencias didácticas. Se puede observar el mismo comportamiento para los razonamientos personales, sociales y ambientales, económicos y políticos, de incertidumbre y de probabilidad. Los demás TRI no se mostraron de manera permanente en las tres acciones de pensamiento, lo que impide hacer una generalización dado que, por ejemplo, los razonamientos de pros y contras no se identificaron en la acción para juzgar la calidad de los argumentos ni en la correspondiente al debate.

Habilidades de Razonamiento Informal Vinculado para Juzgar la Calidad de los Argumentos, Tomar Decisiones y Juzgar la Credibilidad de la Fuente

La identificación de las HRI involucradas por los estudiantes para juzgar la calidad de los argumentos, tomar decisiones y debatir frente a CSC se realizó igualmente a partir de dos fuentes de datos correspondientes a la etapa de caracterización del PC y de la intervención en el aula mediante secuencias didácticas. Los datos obtenidos se analizaron a partir del ATD obteniendo categorías y subcategorías (Apéndice D)

En la etapa de caracterización del PC la identificación de las HRI que pusieron en juego los estudiantes para juzgar la calidad de los argumentos se realizó mediante el espacio periodístico

de C&T de France 24 titulado: ¿Por qué ha causado tanta polémica la vacuna rusa contra el Covid-19? (Apéndice C, parte I). Para la toma de decisiones se recurrió a la entrevista realizada por la BBC News Mundo al director principal de la investigación en Colombia sobre el tratamiento con plasma convaleciente (Apéndice C, parte II).

En la etapa de intervención en el aula la identificación de las HRI involucradas para juzgar la calidad de los argumentos se realizó a partir de la nota publicada por la BBC News Mundo sobre el uso de la dexametasona contra el coronavirus (Apéndice I, aplico lo aprendido de la secuencia didáctica 2, numeral 1), Para la toma de decisiones se recurrió a la nota de la directora de la OPS donde invita a los países a prepararse para la vacunación contra la Covid-19 (Apéndice I, aplico lo aprendido de la secuencia didáctica 2, numeral 3.). Por último, para identificar las HRI puestas en juego por los estudiantes para debatir en torno al uso de la rBGH y su posible afectación a las vacas lecheras y a los consumidores de la leche producida por ellas. (Apéndice I, secuencia didáctica 3, numeral 6). El debate se organizó a partir de la decisión de los estudiantes de participar bajo la modalidad de juego de roles

Los estudiantes seleccionaron el rol que asumirían y el sector desde donde presentarían sus argumentos a favor o en contra de la utilización de la rBGH. Algunos de los argumentos fueron contruidos de manera colaborativa.

El Apéndice H muestra que hubo posturas a favor y en contra únicamente para el sector económico, mientras que para el sector social las posturas fueron solamente en contra del uso de la hormona y para el sector científico fueron a favor; sin embargo, la pregunta orientadora No. 9 (que se presenta más abajo en los ejemplos analizados) buscó indagar sobre las razones por las cuales consideraban que algunos científicos podrían estar en contra del uso de la hormona en razón

a que cuando se seleccionaron las posturas no salió este rol entre las opciones y un estudiante propuso que fueran los mismos científicos que dieran cuenta de este aspecto.

La primera parte del debate consistió en dar respuesta a las preguntas orientadoras de las cuales derivaron otras durante la discusión donde algunos de los estudiantes cuestionaban la postura de los ponentes. En la segunda parte se sacaron las conclusiones en torno a la pregunta central.

A partir de los datos que suministra la tabla 28 se pudo establecer que para las tres acciones de pensamiento los estudiantes involucraron en orden de frecuencia los siguientes HRI:

Analíticas > evaluativas > > constructivas > para juzgar la credibilidad de las fuentes.

Es de anotar que al revisar los resultados por acción de pensamiento esta frecuencia se mantiene, excepto en la etapa de caracterización del PC para las acciones juzgar la calidad de los argumentos y la toma de decisiones donde las habilidades constructivas ocuparon el último lugar, sin que esta variación alterara la frecuencia final para las tres acciones. A continuación, se presenta la descripción general para cada categoría de habilidades y posteriormente algunos ejemplos que dan cuenta de la presencia de estas habilidades para las tres acciones mencionadas.

Habilidades Analíticas. Estas habilidades hacen referencia a que el estudiante sea capaz de identificar mínimo la conclusión, las razones y la justificación en un razonamiento. La conclusión es el enunciado del conocimiento o la postura del razonador sobre una cuestión determinada que está sometida a evaluación y puede estar expresada como reclamaciones, afirmaciones, declaraciones, proposiciones o tesis. La razón o razones corresponden a la información, antecedentes o hechos de los que se dispone para apoyar la conclusión y pueden ser interpretados como pruebas, motivos o datos. Y las justificaciones son las que validan el paso entre la razón y la conclusión.

Habilidades Evaluativas. Estas habilidades corresponden a la capacidad que tiene un razonador para conocer y aplicar criterios necesarios para juzgar la calidad de los argumentos y está representada en: identifican si las reclamaciones son claras; si las razones son relevantes y suficientes para respaldarlas; si las justificaciones son relevantes y apropiadamente respaldadas y finalmente si las conclusiones consideran las posibles excepciones y contraargumentos.

Habilidades Constructivas. Hacen referencia a que el estudiante sea capaz de declarar una reclamación, esto es que el razonador logre interrelacionar los tres elementos básicos de un razonamiento (Si, razones; justificaciones, entonces conclusión); calificar reclamaciones; emplear conocimiento de base y señalar las limitaciones.

Habilidades para Juzgar la Credibilidad de las Fuentes. En estas habilidades se toma en cuenta quién emite la información (si es un experto, una asociación, un comité científico, o una persona informal); el medio de publicación (si es un periódico, una revista científica, una entrevista, un noticiero, etc.) y el respaldo científico, donde verifica que la información contenga bases científicas como soporte a las investigaciones.

Los siguientes ejemplos ilustran los resultados obtenidos para cada acción de pensamiento.

Para juzgar la calidad de los argumentos ER señala que:

ER: [...] considero que Anthony se está basando en solo su punto de vista y no tiene más bases reales para justificar su argumento, porque está diciendo cosas que él piensa y no plantea hechos reales.

Los elementos del RI en la argumentación de ER se representaron así: conclusión ① y razones ② y ③). De tal manera que los dos primeros elementos del razonamiento de ER son:

Conclusión:

① Anthony se está basando en solo su punto de vista y no tiene más bases reales para justificar su argumento.

Razones:

② Está diciendo cosas que él piensa.

③ No plantea hechos reales.

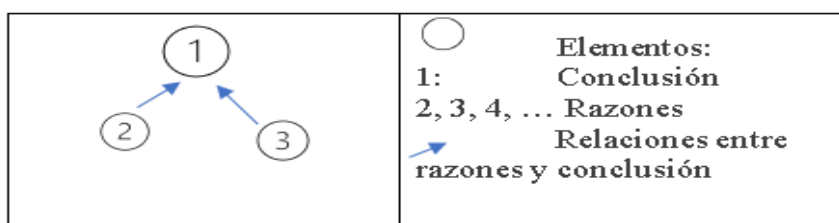
Se revisaron las relaciones entre estos elementos con lo que se pudo establecer que cada una de las razones guarda independencia entre sí, es decir que ambas apoyan la conclusión ya que, para la razón ② Está diciendo cosas que él piensa, entonces ① Anthony se está basando en solo su punto de vista y no tiene más bases reales para justificar su argumento.

Para el caso de la razón ③ No plantea hechos reales, entonces ① Anthony se está basando en solo su punto de vista y no tiene más bases reales para justificar su argumento.

Las relaciones entre las razones y la conclusión de este razonamiento se pueden observar en la figura 29

Figura 29

Relaciones entre los elementos del razonamiento de ER en formato de Saiz



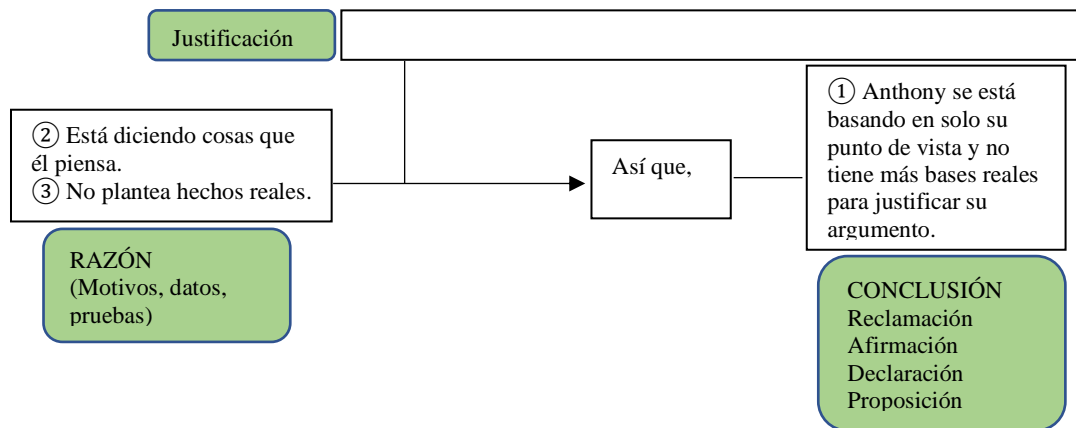
Fuente: A partir de Saiz (2018)

Las flechas azules indican la independencia de cada razón y cómo estas pueden sostener y converger hacia la conclusión sin depender una de la otra. Este tipo de relación corresponde a relaciones convergentes y en conjunto le podrían brindar mayor respaldo a la conclusión, de tal forma que entre ambas harían más sólido el razonamiento.

Seguendo la estructura de Toulmin, se identificó que la justificación, tercer elemento de un RI, no está presente. (figura 30)

Figura 30

Estructura de razonamiento de ER en el formato de Toulmin



Fuente: Autora a partir de Toulmin (1984), Jiménez-Aleixandre (2010) y Saiz (2018)

Al revisar la estructura del razonamiento se puede observar que no hay justificaciones explícitas. Tampoco se pudo identificar la intención del estudiante al razonar sobre la situación planteada para poder establecer una justificación implícita. De tal manera que el paso de ② y ③ a la conclusión ① no se pudo validar.

Lo anterior permitió analizar cada una de las HRI para este estudiante. Respecto a las habilidades analíticas, no tiene los elementos básicos de todo razonamiento, de tal manera que no hay un argumento sólido. En cuanto a las habilidades evaluativas, las razones que presenta no son suficientes ni relevantes. Para las habilidades constructivas no se puede declarar la reclamación porque no hay una justificación que valide el paso de los datos a la conclusión. Finalmente, en cuanto a las habilidades para juzgar la credibilidad de la fuente, no se hace referencia al medio de publicación ni presenta respaldo científico.

Para la acción de pensamiento correspondiente a la toma de decisiones, el siguiente ejemplo presenta las HRI involucradas.

SC: [...] aunque la imagen y la entrevista dicen que ese método es bueno, no se ha demostrado que no haya secuelas en un futuro. No me parece confiable la terapia con plasma para participar de ella, ya que a simple vista se ve algo útil este método, es fácil, económico, y relativamente rápido, pero se necesitan PRUEBAS suficientes, tanto de Colombia como en otros países que han experimentado este método, ya que el Covid-19 es muy reciente, se han hecho muchos métodos para combatir el virus de los cuales son poco eficaces, este método lo tiene que Aprobar la OMS en sus fases que requieran.

Los elementos del RI en la argumentación de SC se representaron con el formato de Saiz. Primero se identificaron los elementos del RI y se rotulados con números: conclusión ① y razones ②, ③ y ④. De tal manera que los dos primeros elementos del razonamiento de DC son:

Conclusión:

① No me parece confiable la terapia con plasma para participar de ella

Razones:

② aunque la imagen y la entrevista dicen que ese método es bueno, no se ha demostrado que no haya secuelas en un futuro.

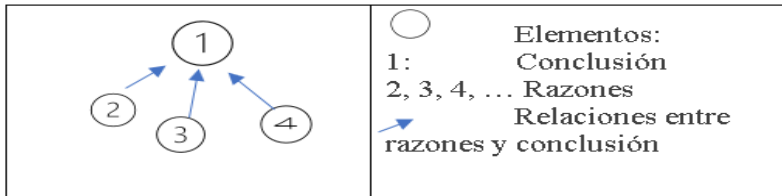
③ a simple vista se ve algo útil este método, es fácil, económico, y relativamente rápido, pero se necesitan PRUEBAS suficientes.

④ se han hecho muchos métodos para combatir el virus de los cuales son poco eficaces.

Posteriormente se establecieron las relaciones entre las razones y la conclusión (figura 31)

Figura 31

Relaciones entre los elementos del razonamiento de SC en formato de Saiz



Fuente: A partir de Saiz (2018)

La imagen muestra con flechas azules que la relación entre las razones y la conclusión es convergente, donde cada razón apoya a la conclusión de manera independiente. Estas relaciones se leen:

Para la razón ② aunque la imagen y la entrevista dicen que ese método es bueno, no se ha demostrado que no haya secuelas en un futuro, entonces ① No me parece confiable la terapia con plasma para participar de ella.

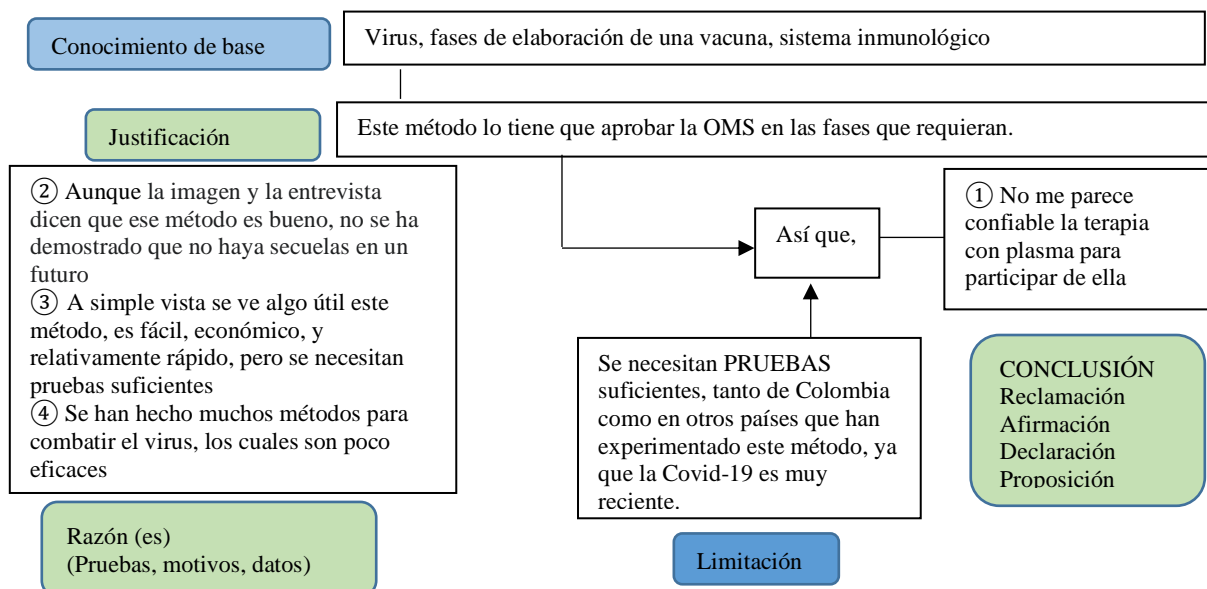
Para la razón ③ a simple vista se ve algo útil este método, es fácil, económico, y relativamente rápido, pero se necesitan PRUEBAS suficientes, entonces ① No me parece confiable la terapia con plasma para participar de ella.

Para la razón ④ se han hecho muchos métodos para combatir el virus de los cuales son poco eficaces, entonces ① No me parece confiable la terapia con plasma para participar de ella.

Para revisar los demás elementos y verificar la existencia de las habilidades constructivas se empleó la estructura de Toulmin (figura 32).

Figura 32

Estructura de razonamiento de SC en el formato de Toulmin



Fuente: Autora a partir de Toulmin (1984), Jiménez-Aleixandre (2010) y Saiz (2018)

La estructura muestra que la justificación valida el paso de las razones ②, ③ y ④ a la conclusión ①. También se observa una mayor calidad del argumento ya que además de los elementos básicos (razones, conclusión y justificación) está la presencia de otros elementos como conocimiento de base y limitaciones. En el conocimiento de base involucrado se encuentra de manera implícita el sistema inmunológico y de manera explícita los virus y las vacunas (fases de elaboración que requiere para su efectividad). En cuanto a la limitación, el razonador hace referencia a la necesidad de pruebas, que corresponden a las evidencias experimentales que den cuenta de la efectividad y seguridad de la terapia.

Respecto a las habilidades para juzgar la credibilidad de la fuente, el estudiante se apoya en medios de publicación correspondientes a la entrevista y al poster que explica las fases de la terapia; como respaldo científico menciona la OMS.

Para la acción de pensamiento correspondiente a debatir se presenta como ejemplo las líneas de razonamientos contruidos de manera colaborativa a partir de la pregunta orientadora No. 9: ¿Por qué creen que algunos científicos están en desacuerdo con la utilización de rBGH, si las investigaciones hechas por su gremio para la creación de la hormona, les genera beneficios económicos y reconocimiento por realizar avances científicos?

Las respuestas a esta pregunta fueron contruidas por DG y NC (Apéndice H) Siguiendo el formato de Saiz, primero se identificaron los elementos del RI, rotulados con números: conclusión ① y razones ②, ③, ④, ⑤, ⑥, ⑦, ⑧ y ⑨. De tal manera que los dos primeros elementos de los razonamientos de estos dos estudiantes son:

Conclusión:

① la rBGH es peligrosa para la salud animal y humana.

Razones:

② En la mujer puede aumentar hasta 7 veces la probabilidad de contraer cáncer de mama y menopausia, entonces ① la rBGH es peligrosa para la salud animal y humana.

③ Para las vacas, los efectos que hacen que se vuelva estéril, pierda peso y es más susceptible a tener enfermedades; también sufren problemas como mastitis, abortos y heridas, entonces ① la rBGH es peligrosa para la salud animal y humana.

④ Los animales tratados con la hormona están sujetos a un tremendo estrés, entonces

⑤ La hormona aumenta sustancialmente la producción de leche.

⑥ Genera beneficios y reconocimientos por los avances científicos y tecnológicos

⑦ Algunos científicos están en desacuerdo por sus efectos en la salud tanto del animal como del humano.

⑧ Hay una gran controversia entre los científicos por el uso de la rBGH

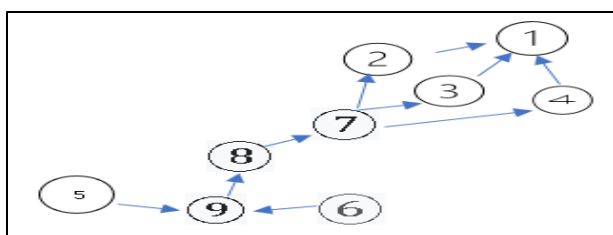
⑨ algunos científicos están a favor de la hormona y otros están en contra.

Justificación: Lo único bueno que sale de la utilización y producción de la hormona son las ganancias y los reconocimientos a la ciencia

Posteriormente se establecieron las relaciones entre las razones y la conclusión (figura 33)

Figura 33

Relaciones entre los elementos del razonamiento de DG y NC en formato de Saiz



Fuente: A partir de Saiz (2018)

La imagen muestra con flechas azules que la relación entre las razones y la conclusión es convergente para las razones ②, ③ y ④ donde cada razón apoya a la conclusión de manera independiente. Las demás relaciones son de tipo encadenado porque la razón ⑦ depende de las razones ②, ③ y ④, mientras que la ⑧ depende de las razones ⑦ y ⑨. A esta última convergen de manera independiente las razones ⑤ y ⑥. Estas relaciones se leen:

② En la mujer puede aumentar hasta 7 veces la probabilidad de contraer cáncer de mama y menopausia, entonces ① la rBGH es peligrosa para la salud animal y humana.

③ Para las vacas, los efectos que hacen que se vuelva estéril, pierda peso y es más susceptible a tener enfermedades; también sufren problemas como mastitis, abortos y heridas, entonces ① la rBGH es peligrosa para la salud animal y humana.

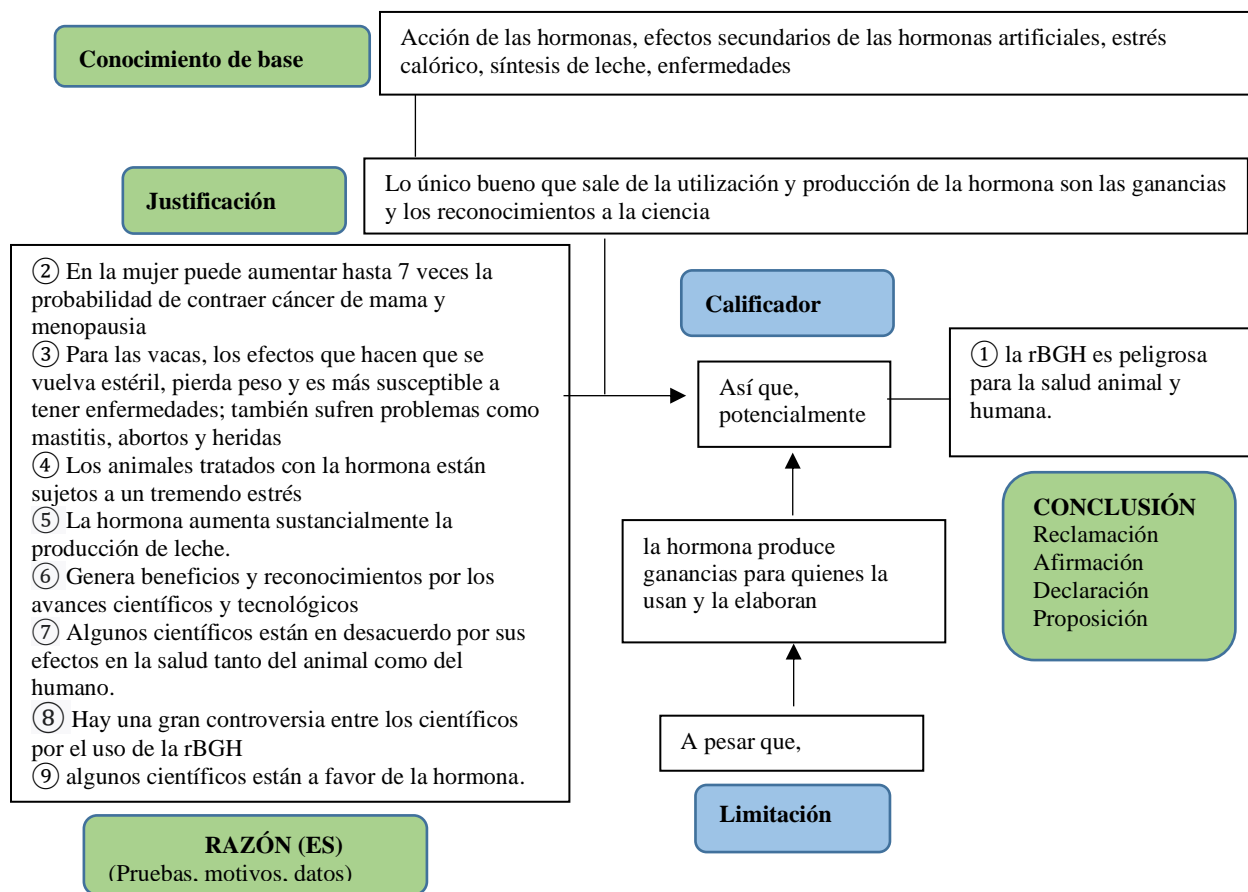
④ Los animales tratados con la hormona están sujetos a un tremendo estrés, entonces ① la rBGH es peligrosa para la salud animal y humana.

⑧ Hay una gran controversia entre los científicos por el uso de la rBGH ⑨ algunos científicos están a favor de la hormona puesto que ⑤ La hormona aumenta sustancialmente la producción de leche, además ⑥ genera beneficios y reconocimientos por los avances científicos y tecnológicos, pero ⑦ Algunos científicos están en desacuerdo por sus efectos en la salud tanto del animal como del humano, entonces ① la rBGH es peligrosa para la salud animal y humana.

Para verificar visualmente la existencia de las demás HRI los argumentos se organizaron en la estructura de Toulmin (figura 34).

Figura 34

Estructura de los razonamientos de NC Y DG en el formato de Toulmin



Fuente: Autora a partir de Toulmin (1984), Jiménez-Aleixandre (2010) y Saiz (2018)

De acuerdo con la información que suministra la figura las HRI que involucraron NC y DG respecto a las HRI fueron:

Habilidades analíticas. La conclusión corresponde a ①; las razones a ②, ③, ④, ⑤, ⑥, ⑦ ⑧ y ⑨; la justificación: Lo único bueno que sale de la utilización y producción de la hormona son las ganancias y los reconocimientos a la ciencia.

Habilidades evaluativas. La reclamación es clara, las razones y la justificación son relevantes. No se presentan refutaciones.

Habilidades constructivas. Los razonadores declaran la reclamación, de tal forma que la justificación validó el paso de las razones a la conclusión; Se calificó la reclamación con la expresión “potencialmente” que indica un alto grado de certeza de la ocurrencia de la reclamación, en este caso que la rBGH representa un peligro para la salud de los animales y los seres humanos. Como limitación a la reclamación se expuso que “a pesar que la hormona produce ganancias para quienes la usan y la elaboran”. Respecto al conocimiento de base, los razonadores se valieron de conceptos relacionados con las hormonas naturales y artificiales, estrés calórico de los bovinos, síntesis de la leche y enfermedades.

Habilidades para juzgar la credibilidad de las fuentes. Los razonadores no mencionaron ninguna autoridad ni medio de publicación de manera explícita. Respecto al respaldo científico hicieron referencia a los avances científicos y tecnológicos, además de los efectos sobre la salud del animal y de las personas que derivaron de investigaciones publicadas en el material consultado (Apéndice G)

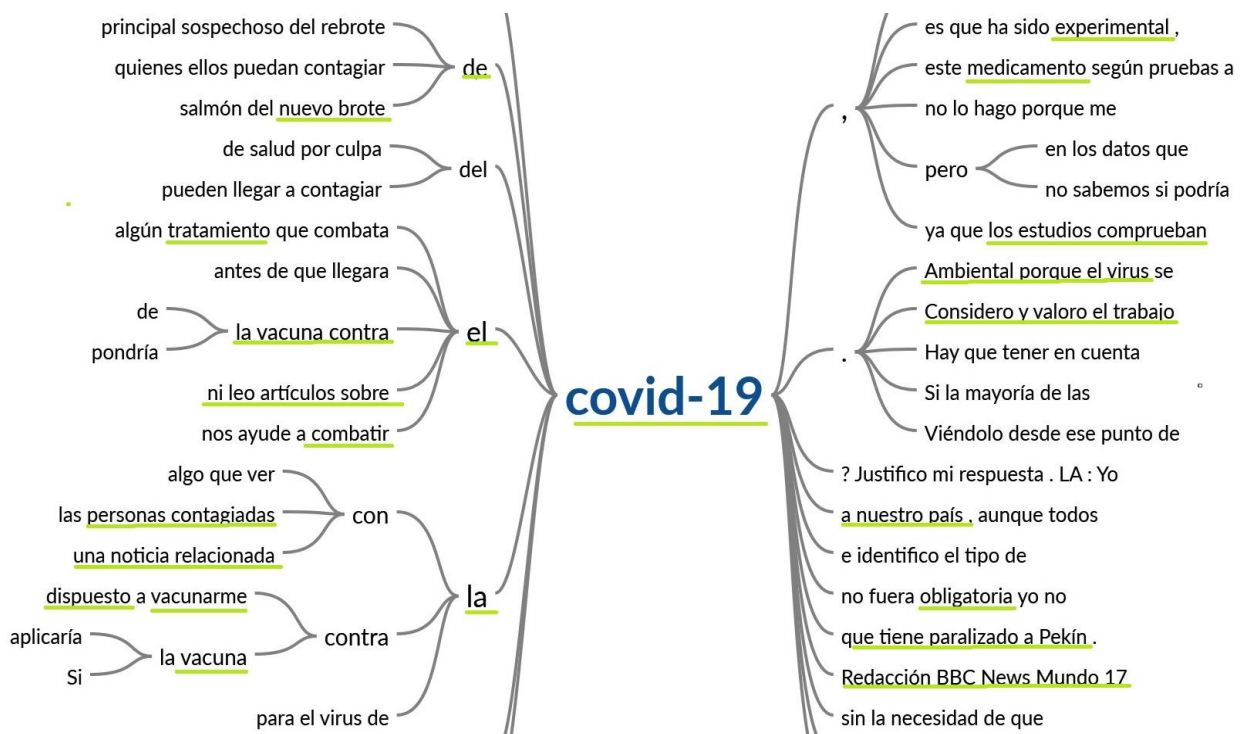
Dentro de esta categoría de habilidades constructivas se encuentra la habilidad para involucrar en los razonamientos el conocimiento de base o básico que juega un papel fundamental en la argumentación ya que proporciona el respaldo a la justificación, de tal manera que le da

En la figura se pueden identificar los conceptos que corresponden al conocimiento de base más utilizados por los estudiantes en la construcción de sus argumentos, en los que se destacan Covid, vacuna, virus, salud y leche. Todos ellos hacen parte central de las dos CSC abordadas durante la investigación.

Al extraer algunos de estos conceptos mediante la consulta de búsqueda de texto que ofrece el software Nvivo se pudo establecer algunas relaciones con otras palabras que permitieron identificar los contextos en que se abordaron como muestran las figuras 36, 37 y 38.

Figura 36

Árbol de palabras en torno a JCA frente a CSC



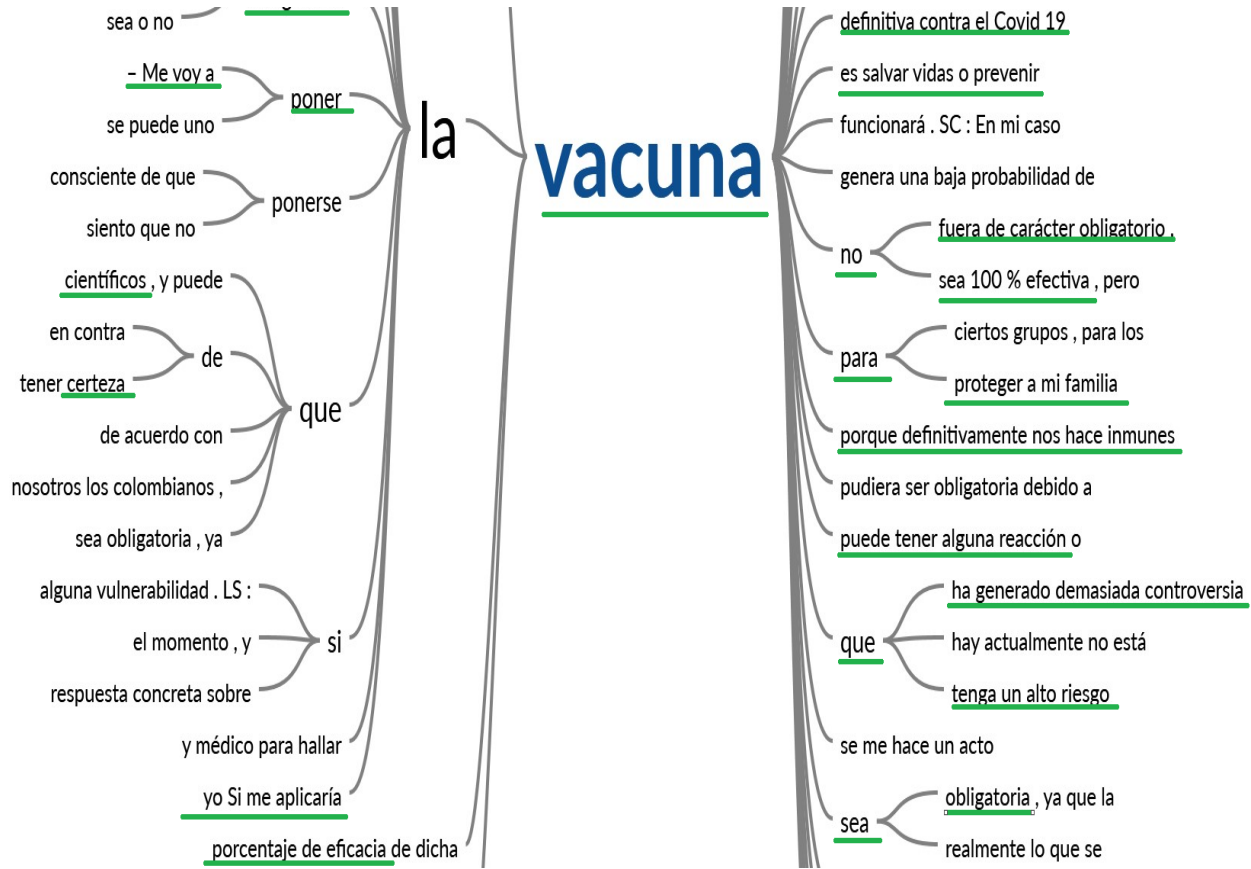
Fuente: Nvivo. Proyecto aportes del RI al PC desde el abordaje de CSC

El árbol permite identificar que los estudiantes involucraron en sus argumentos palabras relacionadas con la situación vivida a nivel global a causa de la pandemia por Covid-19. Allí se pueden observar expresiones (resaltadas en color verde) como personas contagiadas, noticias

relacionadas, países involucrados, creación de las vacunas, obligatoriedad de la vacuna, trabajo científico, entre otras, que dan indicios del conocimiento básico que tienen los estudiantes y que permitió comprender las particularidades del contexto de la situación.

Figura 37

Árbol de palabras en torno a la TDC frente a CSC

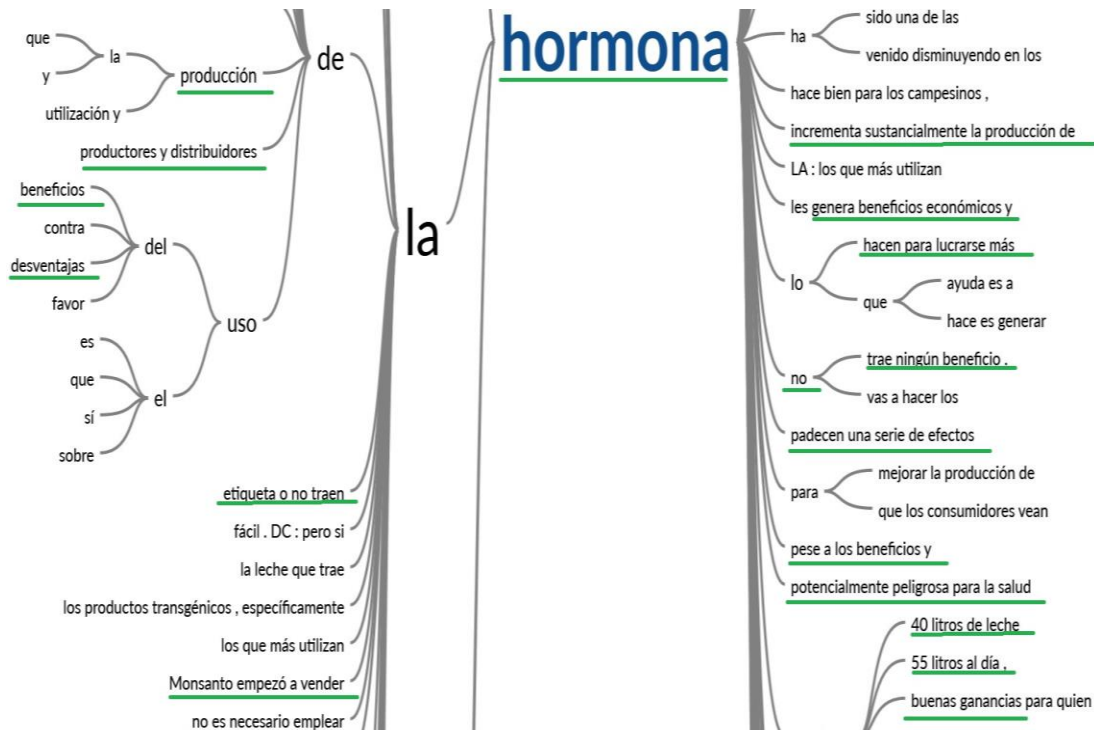


Fuente: Nvivo. Proyecto aportes del RI al PC desde el abordaje de CSC

El árbol muestra frecuencia de palabras que le permitió a los estudiantes construir líneas de razonamiento que justificaron la toma de decisión concerniente a la aplicación de una posible vacuna contra la Covid-19, de tal forma que esta decisión fuese fundamentada y respaldada por avances científicos.

Figura 38

Árbol de palabras en torno al debate sobre el uso de la rBGH como una CSC



Fuente: Nvivo. Proyecto aportes del RI al PC desde el abordaje de CSC

La figura muestra la frecuencia de palabras involucradas en los argumentos empleados al debatir sobre el uso de la rBGH y sus posibles efectos sobre la salud y bienestar de las vacas lecheras y de los consumidores de la leche derivada de ellas. Al igual que en los anteriores árboles, la frecuencia de palabras que se identifican allí da cuenta de su relevancia para poder defender su postura y apoyar o debatir la de sus compañeros.

Aportes del Razonamiento Informal al Pensamiento Crítico desde el Abordaje de CSC

En este apartado se aborda la pregunta central de investigación: ¿Qué incidencia tiene el razonamiento informal de estudiantes de educación secundaria en su pensamiento crítico a partir del abordaje de cuestiones sociocientíficas en las clases de ciencias naturales?

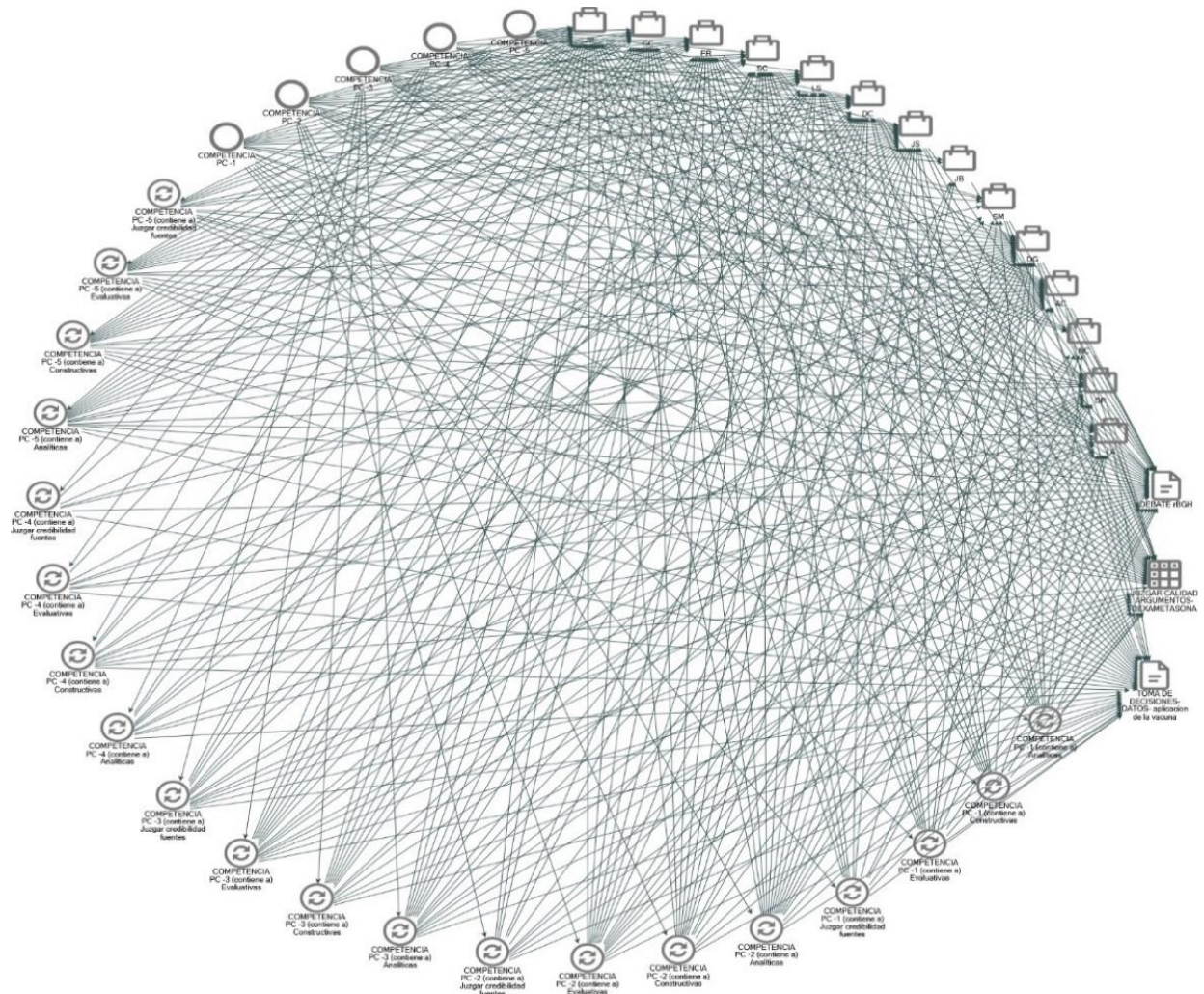
Para determinar la incidencia del RI en el PC se analizó con ATD el corpus investigativo para indagar por la presencia de las cinco competencias presentadas por Torres y Solbes (2012) y las posibles relaciones entre estas y las HRI que propone la autora de esta investigación en el capítulo 3 de este escrito (Figura 8).

En un primer momento se presenta el análisis de los hallazgos generales correspondientes a las relaciones entre las HRI y las cinco CPC. En el segundo apartado corresponde al análisis de las relaciones entre HRI y cada competencia de pensamiento crítico y el tercer apartado se presenta a manera de ejemplo estas relaciones en las CPC que obtuvieron la mayor frecuencia de HRI.


Para establecer las relaciones entre HRI y CPC, primero se analizó la presencia de las cinco CPC en los textos argumentativos producidos por los estudiantes durante la intervención en el aula para las tres acciones de pensamiento que se han venido mencionando en los apartados anteriores. Posteriormente se revisó si en los textos seleccionados para cada competencia había presencia de las HRI (figura 39).

Figura 39

Relaciones entre HRI y CPC en los textos argumentativos de los estudiantes

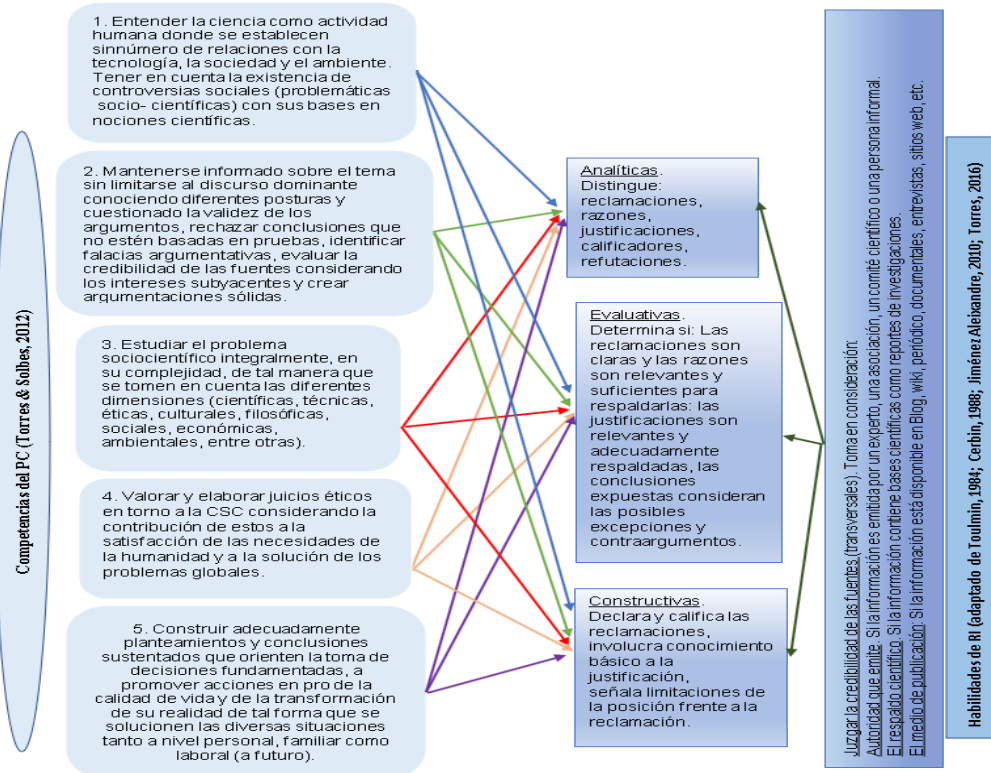


Fuente: Nvivo. Proyecto aportes del RI al PC desde el abordaje de CSC

En la parte derecha de la figura se muestran los tres tipos de texto argumentativos producidos por los estudiantes al juzgar la calidad de los argumentos, tomar decisiones y debatir frente a las CSC propuestas en las secuencias didácticas. En la parte superior derecha se encuentran los casos representados con sobres y en la parte izquierda e inferior se ubicaron las relaciones encontradas entre las CPC y las HRI con el símbolo . Se pueden observar conexiones en dos direcciones: la primera conecta los textos con sus autores, con las CPC y con las relaciones

entre CPC y HRI; la segunda muestra las conexiones entre los estudiantes con las CPC y con las HRI con lo que se pudo establecer que en las competencias identificadas en los argumentos de los estudiantes hubo presencia de HRI. Por ejemplo, de las relaciones de *COMPETENCIA PC2 (contienen a analíticas)* salen conexiones hacia los tres textos argumentativos y hacia diferentes estudiantes, pero también llega una conexión desde CPC2. La interpretación de estas conexiones corresponde a que los estudiantes presentaron textos argumentativos donde se identificó la presencia de relaciones entre habilidades de razonamiento informal y la competencia de pensamiento crítico 2.

Para facilitar el análisis se trae la imagen que muestra las relaciones que se proponen entre HRI y CPC



En la tabla 29 se presentan los datos correspondientes a los hallazgos identificados en los textos argumentativos.

La tabla muestra la presencia de relaciones entre HRI y cada CPC en los argumentos de los estudiantes para las tres acciones de pensamiento con la siguiente frecuencia: $CPC3^{15}(250)^{16} > CPC2(216) > CPC1(170) > CPC5(157) > CPC4 (114)$.

Estos resultados permitieron determinar que la competencia que más se ha favorecido en los estudiantes es la competencia 3, que más adelante se describe y se analiza con un ejemplo.

Respecto al tipo de HRI presente en cada competencia se pudo observar que la frecuencia general correspondió a: analíticas > evaluativas > constructivas > juzgar la credibilidad de la fuente. A continuación, se analizan los resultados obtenidos para cada acción de pensamiento.

Relaciones HRI vs CPC para Juzgar la Calidad de los Argumentos frente a CSC

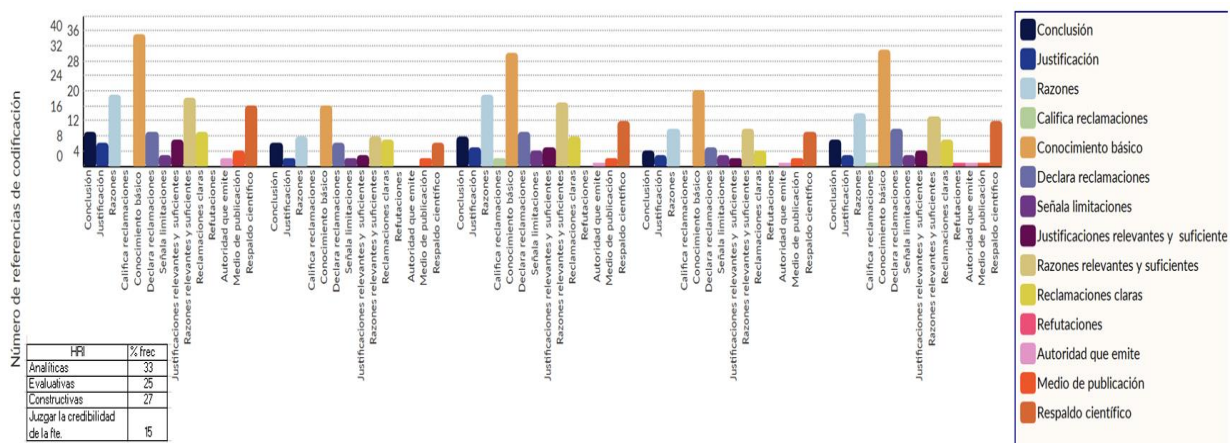
La tabla 29 muestra que la frecuencia de HRI para esta acción de pensamiento correspondió a: analíticas > constructivas > evaluativas > habilidad para juzgar la credibilidad de las fuentes. Estos datos se representan en la figura 40.

¹⁵ En CPC el número que acompaña hace referencia al número de la competencia que va desde 1 hasta 5.

¹⁶ Entre el paréntesis se indica la frecuencia que se presentó cada habilidad de razonamiento de acuerdo a los datos de la tabla 29.

Figura 40

Relaciones HRI Vs CPC para acción de pensamiento- juzgar la calidad de los argumentos



Nota: Cada conjunto de descripciones corresponde a una CPC. Fuente: Nvivo. Proyecto aportes del RI al PC desde el abordaje de CSC

La figura muestra que las habilidades analíticas (Conclusión, razón y justificación) presentaron mayor frecuencia dentro de las cinco CPC y se representaron como habilidades para identificar: conclusión > razones > justificaciones. Estos datos muestran que aún hay dificultad para plantear razones y justificaciones en los razonamientos que se analizan a la luz de las competencias de pensamiento crítico.

En cuanto a las habilidades constructivas el orden de frecuencia se presentó en la habilidad para: hacer uso de conocimiento de base > declarar reclamaciones > señalar limitaciones de la posición frente a la reclamación > calificar reclamaciones.

Respecto a las habilidades evaluativas la frecuencia se distribuyó en las habilidades para determinar: razones relevantes > reclamaciones claras, justificaciones relevantes > refutaciones.

Finalmente, en las habilidades para juzgar la credibilidad de la fuente los estudiantes tomaron en consideración el respaldo científico > autoridad que emite > medio de publicación.

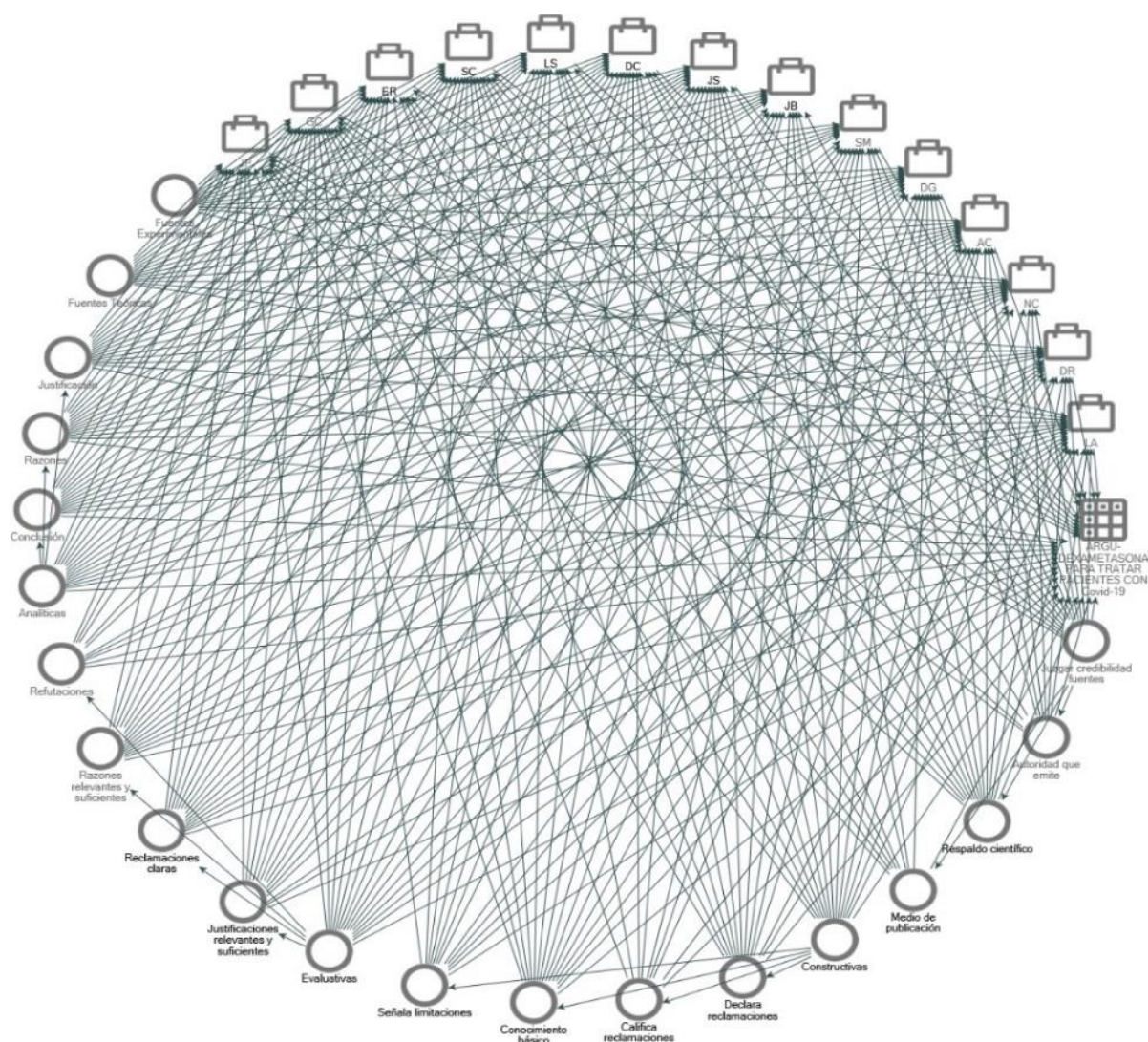
Para esta acción se evidenció mayor número de relaciones entre HRI Vs CPC (figura 41) en los razonamientos de los estudiantes en el siguiente orden:

JS > ER > DC > DG, DR > LS > AC > GC > LA > SC > JP > SM >

En tanto que los estudiantes identificados como JB, NC y MG no mostraron relaciones entre CPC y HRI para juzgar la calidad de los argumentos.

Figura 41

Relaciones HRI Vs CPC en los razonamientos de los estudiantes para juzgar la calidad de los argumentos



Fuente: Nvivo proyecto aportes del RI al PC al abordar CSC en las clases de CN

La figura muestra las relaciones entre las habilidades de RI y cada CPC para JCA. A partir de esto se pudo establecer que la frecuencia de HRI por competencia fue: CPC1(74) > CPC3 (71) > CPC5 (60) > CPC2 (47) > CPC4 (42). Las habilidades de razonamiento informal quedaron representadas de la siguiente manera:

CPC1: Conocimiento de base > conclusión, razón, razones relevantes > reclamación clara, respaldo científico > declara reclamación, justificación, justificaciones relevantes > medio de publicación, autoridad que emite, señala limitaciones.

CPC3: Conclusión > razón, conocimiento de base > justificación, reclamación clara > > justificaciones relevantes, declara reclamaciones, respaldo científico > razones relevantes > autoridad que emite > señala limitaciones > medio de publicación, califica reclamaciones.

CPC5: Conclusión, razón > justificación, declara reclamación, conocimiento de base > razones relevantes, respaldo científico > reclamaciones claras, autoridad que emite > señala limitaciones > califica reclamaciones, refutaciones, medio de publicación.

CPC2: Conclusión, razón, reclamaciones claras, conocimiento de base > razones relevantes, declara reclamaciones > justificación, respaldo científico > señala limitaciones, autoridad que emite > medio de publicación. Las justificaciones relevantes no aparecen en esta CPC.

CPC4: Conocimiento de base > conclusión, razón > justificación, reclamaciones claras > razones relevantes, declara reclamaciones, respaldo científico > justificaciones relevantes, señala limitaciones > autoridad que emite > medio de publicación. La refutación no aparece en esta CPC.

De acuerdo con estos valores se pudo establecer que el orden de frecuencia con que se presentaron las HRI dentro de las CPC para esta acción de pensamiento fue:

Conclusión (35), razón, conocimiento de base (34) > reclamaciones claras (28) > justificación, razones relevantes, declara reclamaciones (27) > respaldo científico (26) > justificaciones relevantes (17) > autoridad que emite (15) > señala limitaciones (14) > medio de publicación (7) > califica reclamaciones (2) > refutaciones (1)

De acuerdo con estos resultados, las HRI que más se deben fortalecer para juzgar la calidad de los argumentos son las habilidades para juzgar la credibilidad de la fuente,

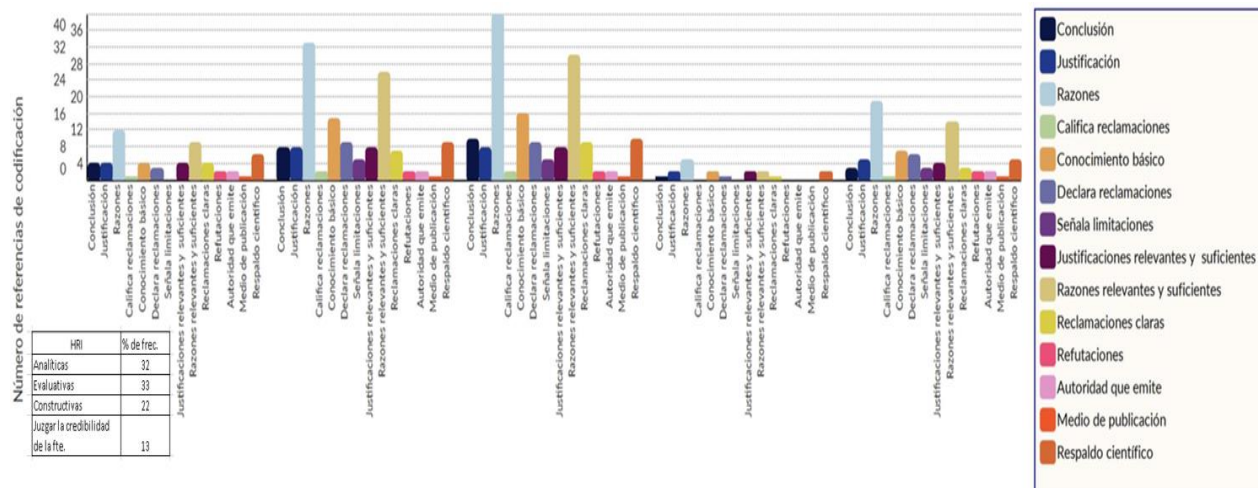
representadas principalmente en el medio de publicación que poco fue mencionado en los argumentos de los estudiantes, en segundo lugar, las evaluativas correspondientes a refutar las pruebas aportadas a favor del enunciado opuesto (Jiménez-Aleixandre, 2010) y las habilidades constructivas representadas en calificar reclamaciones. Estas dos últimas, es decir habilidad para refutar y para calificar reclamaciones, no necesariamente deben estar presentes en los argumentos, pero su presencia denota argumentos de mayor calidad.

Relaciones entre HRI vs CPC para la Toma de Decisiones frente a CSC

La tabla 29 muestra que la frecuencia de HRI correspondió a: evaluativas > analíticas > constructivas > Juzgar la credibilidad de la fuente. Estos datos se amplían en la figura 42.

Figura 42

Relaciones HRI Vs CPC para la acción de pensamiento- tomar decisiones



Nota: Cada conjunto de descripciones corresponde a una CPC. Fuente: Nvivo. Proyecto aportes del RI al PC desde el abordaje de CSC

La figura muestra que la mayor frecuencia correspondió a las habilidades evaluativas, representadas en reclamaciones claras, razones relevantes, justificaciones relevantes > refutaciones.

En cuanto a las habilidades analíticas la frecuencia estuvo representada en habilidades para identificar: conclusión, razones > justificaciones.

Respecto a las habilidades constructivas, la frecuencia correspondió a la habilidad para: hacer uso de conocimiento de base > declarar reclamaciones > calificar reclamaciones > señalar limitaciones de la posición frente a la reclamación.

Por último, para juzgar la credibilidad de la fuente los estudiantes tomaron en consideración el respaldo científico > autoridad que emite > medio de publicación.

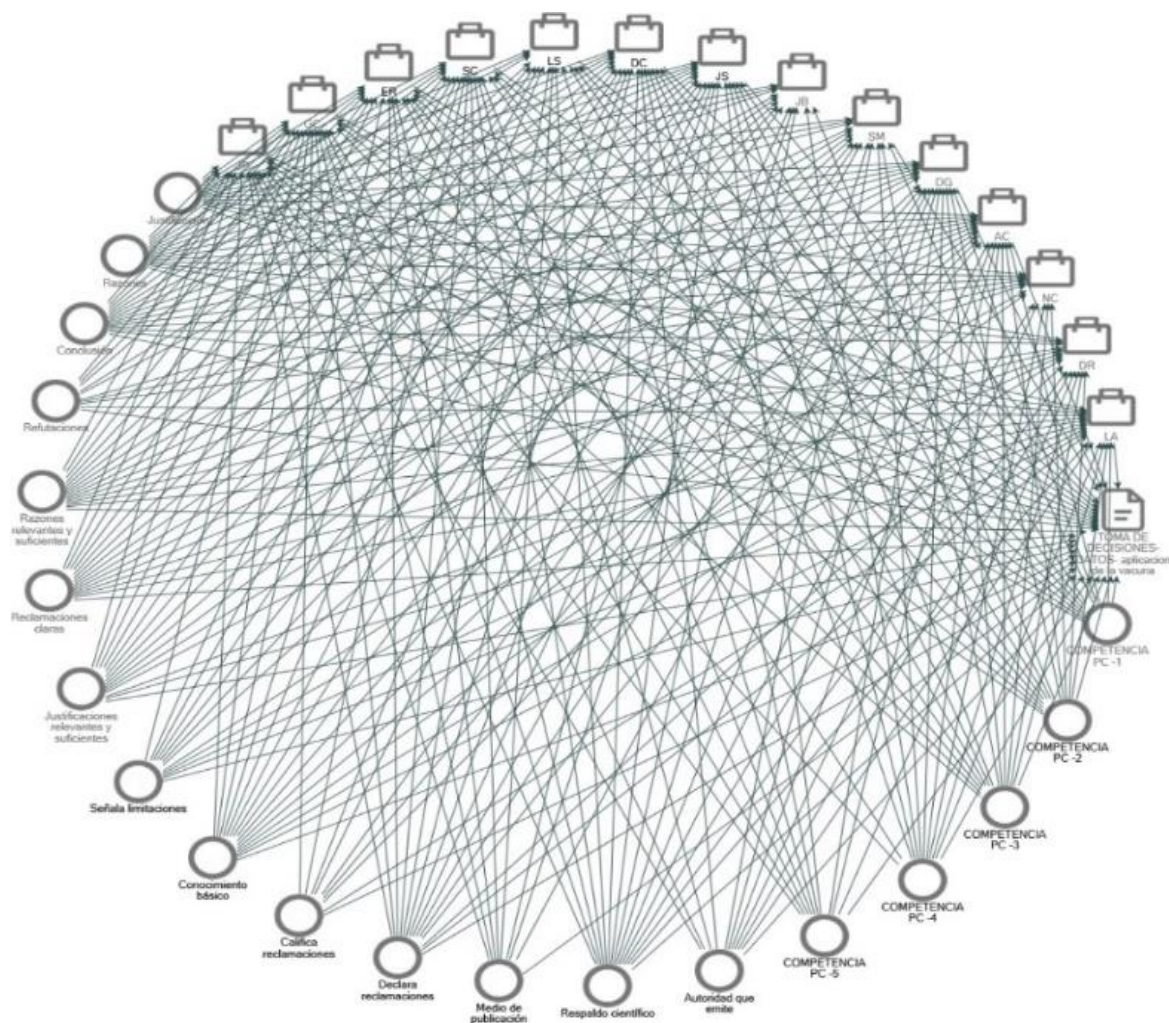
Al revisar qué estudiantes presentaron el mayor número de relaciones entre HRI y CPC para la toma de decisiones (figura 43) que pudo establecer la siguiente frecuencia:

JS > JP > DC > DG > SC > LS > AC > LA > GC > ER > SM > DR

Mientras que los estudiantes identificados como JB, NC y MG no mostraron tener HRI en ninguna de las competencias de PC para la toma de decisiones.

Figura 43

Relaciones entre HRI y CPC en la toma de decisiones frente a CSC



Fuente: Nvivo proyecto aportes del RI al PC al abordar CSC en las clases de CN

La figura muestra las relaciones entre las HRI y cada competencia de PC. Se pudo establecer que la frecuencia de HRI por competencia fue: CPC3 (95) > CPC2 (84) > CPC5 (58) > CPC1(50) > CPC4 (38) representadas así:

CPC3: Conclusión, razón, reclamación clara, razones relevantes, conocimiento de base > justificación, justificaciones relevantes, declara reclamaciones, respaldo científico >

refutaciones, califica reclamaciones, autoridad que emite > señala limitaciones, medio de publicación.

CPC2: Conclusión, razón, reclamación clara, razones relevantes, justificaciones relevantes > justificación, declara reclamaciones, conocimiento de base > respaldo científico > refutaciones, califica reclamaciones, autoridad que emite > señala limitaciones, medio de publicación.

CPC5: Conclusión, razón, justificación, reclamación clara, razones relevantes, justificaciones relevantes, declara reclamación, conocimiento de base > respaldo científico > autoridad que emite > refutaciones, califica reclamaciones, medio de publicación. No está presente señala limitaciones.

CPC1: conclusión, razón, justificación, reclamación clara, razones relevantes, justificaciones relevantes, declara reclamaciones, respaldo científico > conocimiento de base > refutaciones, autoridad que emite > señala limitaciones, medio de publicación. No está presente la habilidad correspondiente a calificar reclamaciones.

CPC4: Conclusión, razón > justificación, reclamación clara, justificaciones relevantes, declara reclamación, conocimiento de base, respaldo científico > razones relevantes, refutaciones > autoridad que emite, medio de publicación. No están presentes HRI como califica reclamaciones y señala limitaciones.

Estos valores permitieron determinar que el orden de frecuencia con que se presentaron las HRI dentro de las CPC en los argumentos para tomar decisiones fue:

Conclusión, razón (38) > reclamación clara (35) > razones relevantes (34) > justificación, conocimiento de base (31) > justificaciones relevantes (30) declara reclamaciones (29) > respaldo científico (28) > refutaciones, autoridad que emite (9) > califica reclamaciones, medio de publicación (5) > señala limitaciones (3).

Estos resultados permitieron determinar que las HRI que se deben reforzar para favorecer la toma de decisiones de los estudiantes en el marco de CSC corresponden a las habilidades constructivas representadas en la capacidad para señalar limitaciones y calificar reclamaciones; a las habilidades para juzgar la credibilidad de las fuentes, representadas en el medio de publicación y la autoridad que emite. Finalmente, las habilidades evaluativas en cuanto a la habilidad para refutar argumentos.

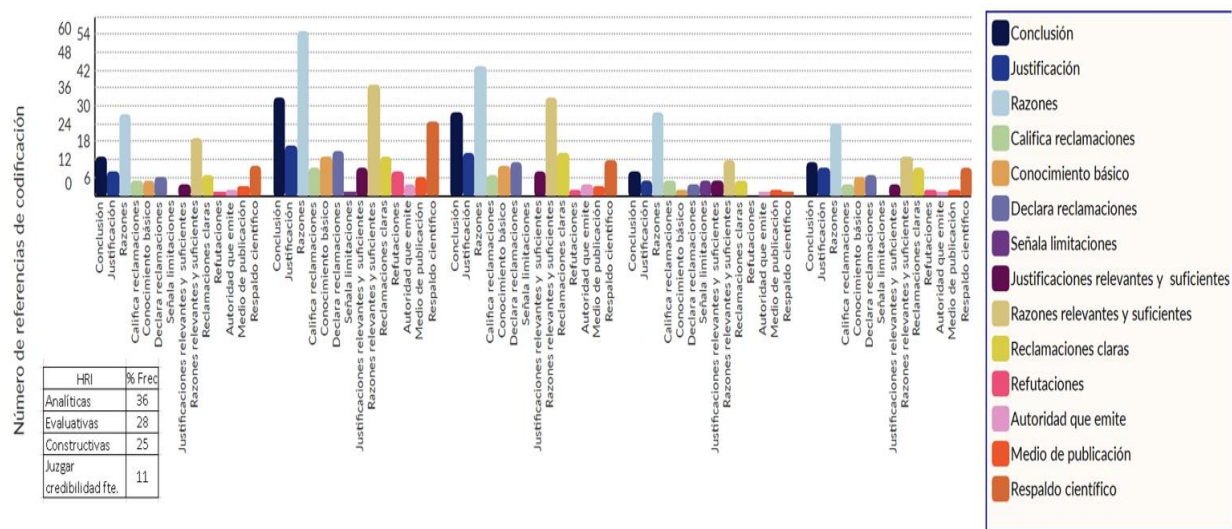
Relaciones HRI vs CPC para Debatir frente a CSC

Los datos de la tabla 29 muestra que para la acción de debatir sobre CSC la frecuencia de HRI correspondió a:

Analíticas > evaluativas > constructivas > juzgar la credibilidad de la fuente. Estos datos se amplían en la figura 44.

Figura 44

Relaciones HRI Vs CPC para la acción de pensamiento- Debatir frente a CSC



. Nota: Cada conjunto de descripciones corresponde a una CPC. Fuente: Nvivo. Proyecto aportes del RI al PC desde el abordaje de CSC

La figura muestra que para las habilidades analíticas la frecuencia correspondió a la habilidad para identificar: conclusiones > razones > justificación.

Mientras que para las evaluativas la frecuencia se distribuyó en habilidades para determinar: razones relevantes > justificaciones relevantes > reclamaciones claras > refutaciones.

Respecto a las habilidades constructivas la frecuencia correspondió a habilidades para: declarar reclamaciones, hacer uso del conocimiento de base > calificar reclamaciones > señalar limitaciones de la posición frente a la reclamación.

Finalmente, para la habilidad juzgar la credibilidad de la fuente los estudiantes optaron por respaldo científico > autoridad que emite, medio de publicación.

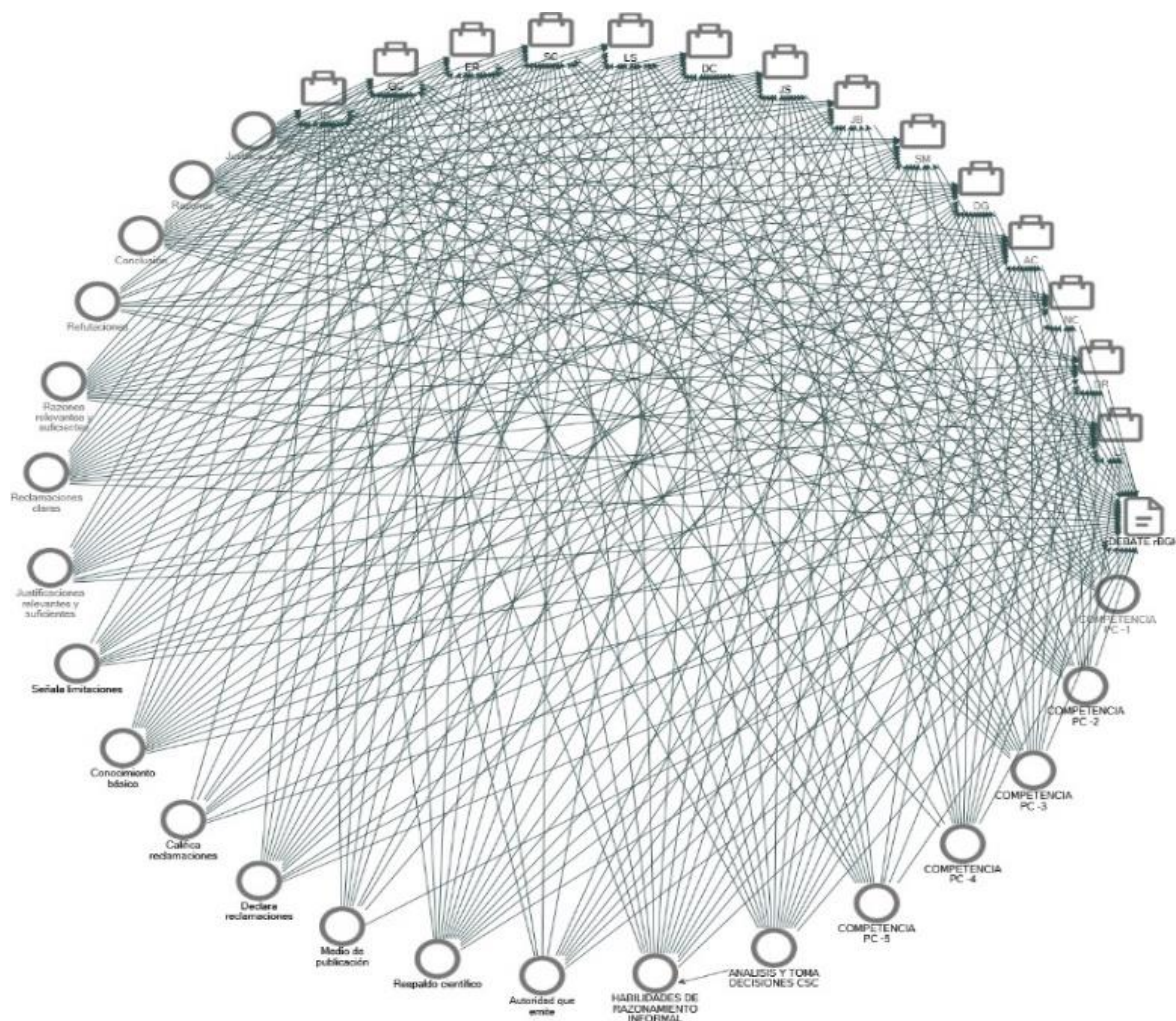
Al revisar qué estudiantes presentaron el mayor número de relaciones entre HRI y CPC para debatir frente a una CSC (figura 45) se pudo establecer la siguiente frecuencia:

DG > JS > ER > LA > GC > AC > NC > SC > JB > DR, SM > JP, DC > MG.

Es de anotar que el estudiante identificado como LS no participó de la actividad

Figura 45

Relaciones entre HRI y CPC al debatir sobre CSC



Fuente: Nvivo proyecto aportes del RI al PC al abordar CSC en las clases de CN

La figura muestra las relaciones entre las habilidades de RI y cada competencia de PC donde se pudo establecer que la frecuencia de HRI por competencia fue: CPC2 (79) > CPC3 (72) > CPC1 (41) > CPC5 (37) > CPC4 (30) y al interior de cada una se presentó la siguiente frecuencia:

CPC2: Conclusión, razón > razones relevantes, conocimiento de base > justificación, declara reclamación > justificaciones relevantes > califica reclamaciones, respaldo científico >

reclamaciones claras, refutaciones, autoridad que emite > medio de publicación > señala limitaciones.

CPC3: Conclusión > razón, razones relevantes > justificación, declara reclamaciones, conocimiento de base > reclamaciones claras, justificaciones relevantes, califica reclamaciones > respaldo científico > autoridad que emite > refutaciones, medio de publicación.

CPC1: Conclusión > razón, razones relevantes > declara reclamaciones, conocimiento de base > justificación, justificaciones relevantes, califica reclamaciones, respaldo científico > reclamaciones claras, medio de publicación > refutaciones, autoridad que emite.

CPC5: Conclusión, razón, justificación, declara reclamaciones > reclamación clara, razones relevantes, justificaciones relevantes, conocimiento de base > califica reclamaciones, medio de publicación, respaldo científico > refutaciones, autoridad que emite. La habilidad correspondiente a señalar limitaciones no está presente en esta CPC.

CPC4: Razón > conclusión > razones relevantes > justificación, reclamaciones claras, declara reclamaciones > justificaciones relevantes, califica reclamaciones, señala limitaciones, conocimiento de base, autoridad que emite, respaldo científico.

Estos valores permitieron determinar que el orden de frecuencia con que se presentaron las HRI dentro de las CPC en los argumentos para debatir fue:

Conclusión (37) > razón (36) > razones relevantes (28) > justificación, conocimiento de base (23) > declara reclamaciones (22) > justificaciones relevantes (18) > reclamaciones claras, respaldo científico (17) > califica reclamaciones (12) > autoridad que emite, medio de publicación (9) > refutaciones (6) > señala limitaciones (2).

Después de presentar las relaciones entre HRI y CPC para las tres acciones de pensamiento, se pudo identificar que el mayor número de relaciones se evidenció en la toma

de decisiones con 325, en segundo lugar, en la acción para juzgar la calidad de los argumentos con 294 y, por último, en el debate con 259 relaciones.

Estos datos permitieron determinar que las HRI que se deben reforzar para favorecer la participación de los estudiantes en debates sobre CSC hace referencia, en primer lugar, a las habilidades para juzgar la credibilidad de la fuente en cuanto al medio de publicación y finalmente, a las evaluativas, respecto a las refutaciones.

Respecto a cuáles estudiantes mostraron HRI en las diferentes CPC, los datos suministrados en las tablas y figuras anteriores permitieron establecer la siguiente frecuencia:

JS (135) > DG (133) > DC (92) > ER (82) > JP (67) > GC (65) > SC (62) > AC (60)
> LS (58) > LA (55) > DR (47) > SM (20) > NC (15) > JB (13) > MG (3)

La tabla 29 muestra a nivel general que en los razonamientos de los estudiantes las cuatro habilidades de RI están presentes en las cinco CPC en diferentes porcentajes. En este sentido, el menor número de relaciones en las tres acciones de pensamiento se presentó entre las cuatro categorías de HRI para la CPC4 que correspondió a valorar y elaborar juicios éticos en torno a la CSC considerando la contribución de estos a la satisfacción de las necesidades de la humanidad y a la solución de los problemas globales (Torres y Solbes, 2012).

Respecto al mayor número de relaciones, esta se evidenció entre las HRI y las CPC3, que corresponde a: Estudiar el problema sociocientífico integralmente, en su complejidad, de tal manera que se tomen en cuenta las diferentes dimensiones (científicas, técnicas, éticas, culturales, filosóficas, sociales, económicas, ambientales, entre otras) (Torres y Solbes (2012). Esto se puede evidenciar en el siguiente razonamiento:

JP: No me pondría la vacuna tan rápidamente ya que en muy poco tiempo descubrieron el mapa genético del virus, algo que puede tardar hasta años por eso y otras razones como que hay una carrera de poder político y económico en todo el mundo por esta

vacuna, haciéndole creer a la gente que es 100% segura, algo que es de dudar. Los países más que por la salud de sus ciudadanos se preocupan por quien hace el antídoto más rápido, haciendo experimentos en animales y personas mayores y algunos de estos casos terminan en un trágico final, pues les ocasiona la muerte. Algunas de las vacunas que llegarán a nuestro país son de origen ruso y según la OMS no cumplen con todas las etapas que se requieren para certificarla y esto me ocasiona terror a mí y a mi familia y la gente conocida a mi alrededor.

En este ejemplo el razonador involucró las siguientes dimensiones:

Científica y tecnológica, con expresiones como [...] *en muy poco tiempo descubrieron el mapa genético del virus [...]. [...] Algunas de las vacunas que llegarán a nuestro país son de origen ruso y según la OMS no cumplen con todas las etapas que se requieren para certificarla [...]*

Política y económica, cuando indica [...] *hay una carrera de poder político y económico en todo el mundo por esta vacuna [...]*

Social, cuando señala [...] *haciéndole creer a la gente que es 100% segura, algo que es de dudar [...]*

Ético, cuando indica [...] *Los países más que por la salud de sus ciudadanos se preocupan por quien hace el antídoto más rápido, haciendo experimentos en animales y personas mayores y algunos de estos casos terminan en un trágico final, pues les ocasiona la muerte [...]*

De otro lado, en esta argumentación se puede evidenciar en las cinco CPC la presencia de las HRI analíticas, evaluativas, constructivas y para juzgar la credibilidad de las fuentes como se describe a continuación.

Para este análisis se recurrió a las mismas estructuras que se han venido empleando en los apartados anteriores de este capítulo.

Habilidades analíticas: Hay presencia de razones, conclusión y justificación.

En la estructura del razonamiento de JP ① corresponde a la conclusión; los numerales ②, ③, ④ y ⑤ a las razones.

Conclusión:

① No me pondría la vacuna tan rápidamente

Razones:

② En muy poco tiempo descubrieron el mapa genético del virus, algo que puede tardar hasta años

③ Se hace creer a la gente que la vacuna es 100% segura, algo que es de dudar

④ Los países más que por la salud de sus ciudadanos se preocupan por quien hace el antídoto más rápido, haciendo experimentos en animales y personas mayores y algunos de estos casos terminan en un trágico final, pues les ocasiona la muerte.

⑤ Que la vacuna que llegue a nuestro país no sea certificada me ocasiona terror a mí y a mi familia y la gente conocida a mi alrededor.

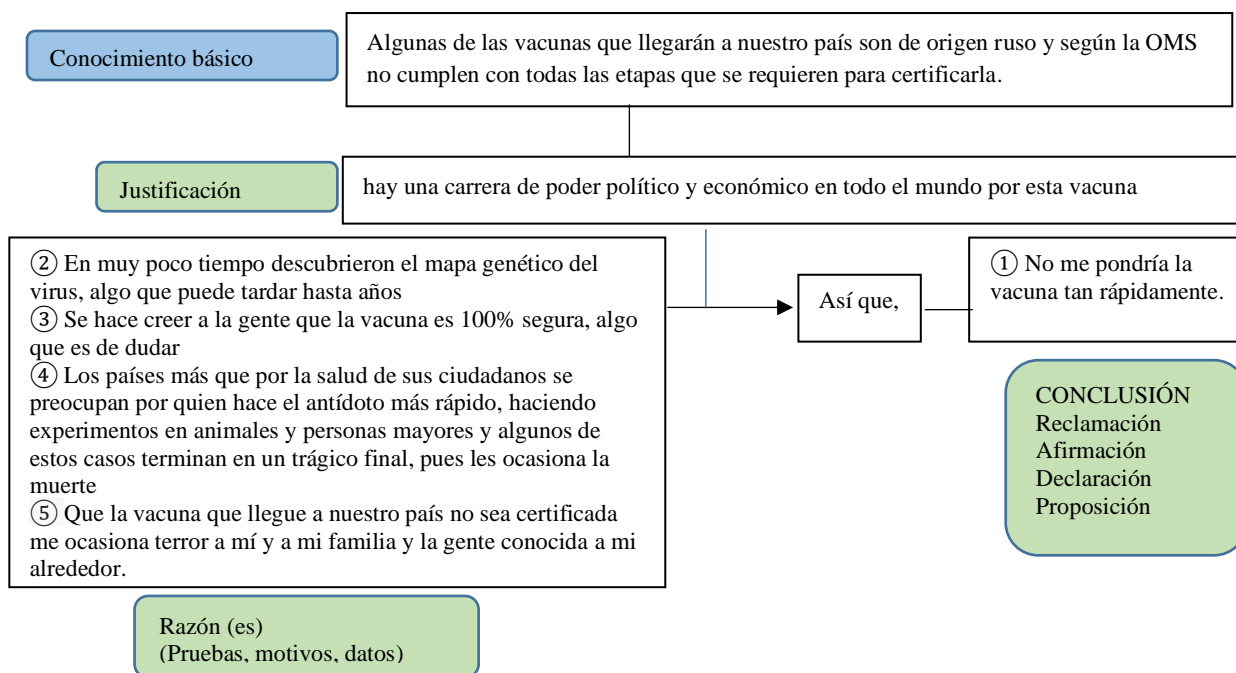
Justificación:

Algunas de las vacunas que llegarán a nuestro país son de origen ruso y según la OMS no cumplen con todas las etapas que se requieren para certificarla.

Para revisar la presencia y pertinencia de los demás elementos del RI se acudió a la estructura de Toulmin (Figura 46).

Figura 46

Estructura de razonamiento de JP en el formato de Toulmin



Fuente: Autora a partir de Toulmin, 1984, Jiménez-Aleixandre, 2010 y Saiz, 2018

La estructura permite determinar que la justificación valida el paso de datos ②, ③, ④ y ⑤ a la conclusión ①

Habilidades evaluativas: La reclamación es clara, las razones y la justificación son relevantes, brindándole apoyo y solidez a la conclusión. No hay refutaciones.

Habilidades constructivas: Declara la reclamación, dado que la justificación valida el paso de los datos ②, ③, ④ y ⑤ a la conclusión ①. El conocimiento de base está relacionado con las vacunas y sus etapas de elaboración, mapa genético del virus Sars-CoV-2. El razonador no califica la reclamación.

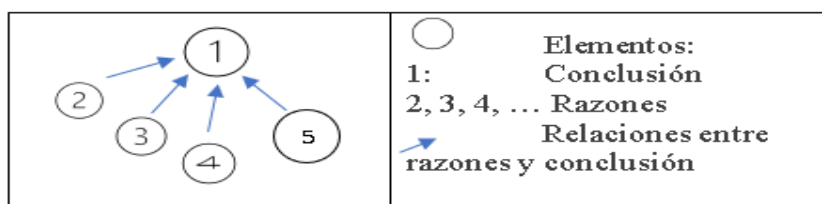
Habilidad para juzgar la credibilidad de las fuentes: El razonador no tomó en cuenta el medio de publicación. La autoridad que emite hizo referencia a la OMS y como respaldo científico mencionó que la vacuna no ha sido avalada por la comunidad científica cuando afirma que

[...] en poco tiempo descubrieron el mapa genético del virus [...]. Pone en duda la efectividad del 100% de la vacuna, y finalmente señala que, por el afán de encontrar el antídoto contra el virus, los países han realizado experimentos con animales y personas mayores poniendo en riesgo su integridad.

Para analizar la solidez del razonamiento (figura 47) se acudió a la estructura de Saiz, donde se pueden analizar las relaciones que se presentan entre las razones y la conclusión.

Figura 47

Relaciones entre los elementos del razonamiento de JP en formato de Saiz



Fuente: A partir de Saiz (2018)

La imagen muestra con flechas azules que la relación entre las razones es independiente, cada una converge a la conclusión dándole soporte de manera individual. Estas relaciones se pueden leer así:

Para la razón ② En muy poco tiempo descubrieron el mapa genético del virus, algo que puede tardar hasta años, entonces ① No me pondría la vacuna tan rápidamente.

Para la razón ③ Se hace creer a la gente que la vacuna es 100% segura, algo que es de dudar, entonces ① No me pondría la vacuna tan rápidamente.

Para la razón ④ Los países más que por la salud de sus ciudadanos se preocupan por quien hace el antídoto más rápido, haciendo experimentos en animales y personas mayores y

algunos de estos casos terminan en un trágico final, pues les ocasiona la muerte, entonces ①
No me pondría la vacuna tan rápidamente.

⑤ Que la vacuna que llegue a nuestro país no sea certificada me ocasiona terror a mí y a mi familia y la gente conocida a mi alrededor, entonces ① No me pondría la vacuna tan rápidamente.

Este estudiante hace parte de los seis estudiantes en los que se logró favorecer el PC a partir del RI al abordar CSC en la clase de ciencias naturales, lo que se evidenció al revisar y analizar (mediante el ATD y el Nvivo) en el corpus investigativo la presencia de relaciones de las HRI en las cinco CPC.

Respecto a los demás estudiantes: en 5 se encontró evidencia de la presencia de HRI en 4 de las 5 CPC; en 2 estudiantes esta evidencia se observó en 3 de las 5 CPC y, finalmente en 2 estudiantes sólo en una CPC se halló esta evidencia.

Lo anterior ratifica las bondades de favorecer las clases de ciencias el fortalecimiento de HRI a partir de CSC.

Los resultados obtenidos lo largo de la investigación permitieron identificar que entre RI y PC a partir del abordaje de CSC se puede establecer un puente correspondiente a la construcción de argumentos. Esta idea se fundamenta en los siguientes aspectos:

1. Los argumentos son cadenas o líneas de razonamiento cuya validez depende de los elementos que el razonador logre vincular (razones, conclusiones, justificaciones, conocimiento básico, calificadores, limitaciones)
2. Un argumento se construye para expresar un punto de vista (a favor o en contra) de un tema o situación de interés para el razonador- que para el caso que nos ocupa es una CSC- y se puede constituir en una serie de argumentos que fundamentan su argumentación sobre dicho tema.

3. Los argumentos se constituyen las unidades que conforman la argumentación que a su vez es una actividad cognitiva que hace posible el desarrollo del pensamiento crítico. Cabe resaltar que la argumentación solo ocurre cuando se ponen en juego las habilidades de pensamiento crítico (analizar, discutir, constatar, categorizar, evaluar argumentos, etc.)

Establecer puentes entre el RI y el PC a la luz de las CSC facilita la adecuación del currículo de ciencias naturales para la educación secundaria en términos de proponer una dinámica diferente para lograr la educación ciudadana a partir de las realidades de los contextos donde se desenvuelven los estudiantes, promoviendo su participación activa, toda vez que se les permite involucrarse desde sus intereses. Esto puede representar un avance significativo para la didáctica de las ciencias, ya que desde allí se han venido promoviendo estrategias encaminadas para tal fin.

Capítulo 6

Conclusiones, Limitaciones, Contribuciones y Perspectivas

Formar en pensamiento crítico se ha venido convirtiendo en una de las principales preocupaciones e intereses de la educación científica que demanda de manera urgente la formación de ciudadanos que estén preparados para afrontar los desafíos que trae consigo un mundo globalizado y en constante cambio como se ha indicado en diferentes publicaciones realizadas por la UNESCO (2016, 2020), donde se hace referencia a la necesidad de fortalecer el razonamiento y el PC en los estudiantes. De igual manera en publicaciones derivadas de investigaciones realizadas al respecto, como es el caso de Jiménez-Aleixandre (2010), Deanna Kuhn (1991), entre muchos otros investigadores. Frente a esta necesidad, la investigación se centró en analizar los aportes del razonamiento informal al pensamiento crítico de los estudiantes de grado noveno de educación básica secundaria, a partir del abordaje de CSC en las clases de ciencias naturales.

A partir del análisis realizado a los datos obtenidos a lo largo de la investigación se pudo concluir que:

1. El instrumento diseñado y aplicado para indagar sobre la concepción que tenían los estudiantes de grado noveno sobre el razonamiento y el pensamiento crítico permitió identificar que reconocen las principales características involucradas en los conceptos de razonamiento y pensamiento crítico planteados por autores como Paul y Elder (2003), Stenberg (1986), Villarini (2003), Jiménez-Aleixandre (2010) y Solbes y Torres (2012). Lo que favoreció abordar y profundizar en estos conceptos durante la fundamentación teórica abordada en la secuencia didáctica No. 1.

2. Los estudiantes validan el aporte de las diferentes asignaturas y espacios de apoyo como orientación y desarrollo humano en el fortalecimiento de su razonamiento y pensamiento crítico, resaltando áreas como español, ciencias naturales y matemáticas.
3. Los resultados obtenidos permitieron concluir que el 86% de los estudiantes han desarrollado destrezas para establecer diferencias entre las reclamaciones y las razones -que para Kuhn (1991) corresponden a enunciados y pruebas - y para apoyar los enunciados con pruebas, aspectos que para esta investigadora son un paso indispensable en el proceso de argumentación (Jiménez-Aleixandre, 2010).
4. Los estudiantes identificaron las principales características de los diferentes TRI, lo que les permitió valerse de ellos para construir líneas de razonamiento frente a CSC abordadas en las clases de ciencias naturales. por ejemplo, para el caso de la presente investigación donde los temas abordados tienen mucho que ver con situaciones que involucran la salud y el bienestar de animales y seres humanos, los razonamientos predominantes fueron los sociales y ambientales seguidos de los de autoridad, económicos y políticos, de probabilidad, incertidumbre y personales. Los razonamientos que presentaron menor frecuencia fueron los de precaución, de pros y contras y finalmente los de persuasión. A partir de esta información se pudo determinar que el tipo de razonamiento informal presente en los argumentos de los estudiantes depende de la perspectiva y del conocimiento que tenga el razonador sobre de la temática que se analice como CSC.
5. Las HRI para juzgar la calidad de los argumentos, tomar decisiones y debatir frente a CSC se presentaron con el siguiente orden de frecuencia: analíticas > evaluativas > constructivas > juzgar la credibilidad de las fuentes. Estos datos indican la necesidad de reforzar en primer lugar las habilidades para juzgar la credibilidad de las fuentes

como habilidades transversales que se requieren para potencializar las demás habilidades. En segundo lugar, las habilidades evaluativas de tal manera que se favorezca el razonamiento y por ende el pensamiento crítico de los estudiantes.

6. Considerando que los estudiantes no son razonadores expertos y que el ejercicio de evaluar argumentos requiere de práctica (Toulmin, 1984; Cerbin, 1988; Jiménez-Aleixandre, 2010), los avances alcanzados deben ser reforzados, ojalá desde las diferentes áreas de conocimiento y de manera permanente, ya que los resultados no son duraderos a largo plazo y menos si se dejan de poner en práctica, por tal razón se insiste en la necesidad de fortalecer estos procesos desde la enseñanza de las ciencias.
7. Respecto a las habilidades constructivas, los resultados permiten corroborar que producir un argumento sólido resulta ser una tarea mucho más difícil que analizar y evaluar el de otras personas (Cerbin, 1988).
8. El ATD a partir del NVIVO permitió establecer relaciones entre las HRI y las CPC al analizar CSC en las clases de ciencias naturales. De tal manera que en los textos argumentativos construidos por los estudiantes en las tres acciones de pensamiento (JCA, TDC y DB) se evidenció el mayor número de HRI en CPC3, correspondiente a: *estudiar el problema sociocientífico integralmente, en su complejidad, de tal manera que se tomen en cuenta las diferentes dimensiones (científicas, técnicas, éticas, culturales, filosóficas, sociales, entre otras (Torres y Solbes, 2016)*. En este caso los estudiantes tomaron en consideración aspectos científicos, éticos, políticos, económicos y de la salud.
9. Los datos permitieron determinar que los estudiantes se apoyaron en bases científicas y que muestran cierto manejo de conocimientos comunes asociados con los virus, las

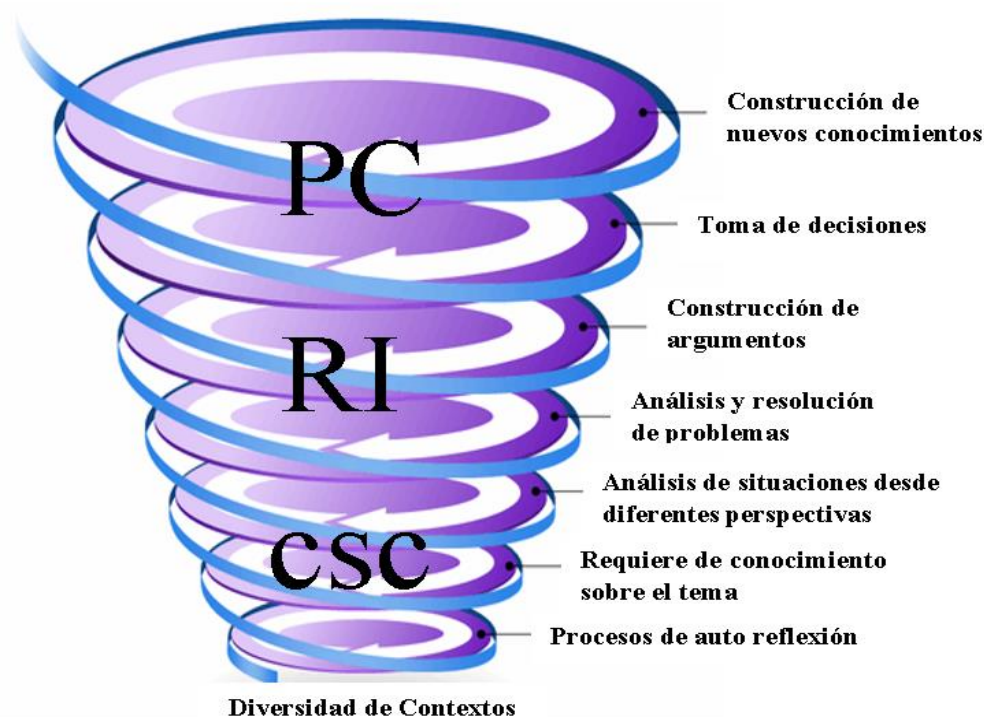
vacunas y el sistema inmunológico que les permitió elaborar de una manera más fluida sus razonamientos.

10. Los ejercicios para fortalecer las HRI fueron mostrando avances en la medida en que se practicaba, por ejemplo, los datos mostraron que en la caracterización del RI para la acción de juzgar la calidad de los argumentos las habilidades analíticas mostraron un 75% de frecuencia y en las secuencias didácticas para esas mismas habilidades el porcentaje pasó al 93%. Para la toma de decisiones estas habilidades pasaron de un 81% en la caracterización a un 91% en las secuencias didácticas. Estos datos permitieron corroborar lo que indicó Thomson en 2009 al afirmar que este tipo de ejercicios mejoran con la práctica, lo cual demanda tiempo y dedicación.
11. Favorecer las HRI desde el abordaje de CSC en la enseñanza de las ciencias naturales aporta al PC de los estudiantes. Porque les permite fortalecer las habilidades y competencias de su pensamiento, repercutiendo en su capacidad para argumentar de manera razonada frente a cualquier tema que suscite discusión, controversias, alianzas, etc. De igual manera les da herramientas para la toma de decisiones, el trabajo en equipo, la resolución de problemas y participar de manera activa y razonada en diversas situaciones relacionadas con su contexto. Con esto se ratifica una vez más las bondades de incluir las CSC en las clases de ciencias naturales, en este caso específico por sus aportes al pensamiento crítico a partir del razonamiento informal.
12. Ser pudo establecer puntos de encuentro entre RI, PC que sirvió para identificar un puente entre ellos y que correspondió a la construcción de argumentos como elementos fundamentales de la argumentación que favorece la promoción del PC en los estudiantes.

13. Se establecieron puntos de encuentro entre RI, PC y CSC (figura 48), lo que permite tener una visión más holística para proponer estrategias encaminadas a fortalecer la didáctica de las ciencias.

Figura 48

Puntos de encuentro entre RI, CSC y PC



Fuente: Elaboración propia

Los aspectos que se señalan a la derecha de la imagen corresponden a características, elementos o alcances comunes entre las CSC, el RI y el PC que en la literatura revisada no se encontraron como tal y que pueden servir de insumo para futuras investigaciones relacionadas con el fortalecimiento del pensamiento crítico.

Respecto a las limitaciones, estas se derivaron por el impacto de la pandemia Covid-19 ocasionada por la SARS-CoV-2, ya que la aplicación de los instrumentos de indagación

y la intervención en el aula se realizó en el año 2020 cuando se declaró la existencia de la pandemia. Algunas de ellas se mencionan a continuación:

1. Por dificultades económicas de las familias que perdieron sus empleos como consecuencia de la pandemia ocasionada por la SARS-CoV-2, el 40% no contó con conectividad permanente a internet.
2. No se pudo evitar que algunos de los participantes realizaran fraude al responder el cuestionario de indagación, lo que se pudo evidenciar al encontrar dos respuestas iguales que fueron sometidas a prueba en el buscador de Google dando como resultado 100% de coincidencias.
3. No todos ni los mismos estudiantes se pudieron conectar a todas las sesiones planeadas, de tal manera que hubo estudiantes que no pudieron participar del total de actividades planeadas, por ejemplo, el estudiante MG, aunque se conectó algunas sesiones, sólo participo de la indagación y del debate.
4. Los tiempos para realizar la retroalimentación de las actividades planeadas se tuvieron que prolongar y muchas veces fue necesario hacerlos de manera escrita donde se perdió la posibilidad de intercambiar ideas de manera inmediata, ocasionando distracción y requiriendo retomar más de una vez algunos aspectos en especial con los estudiantes que no se conectaban de manera continua a los encuentros virtuales.
5. Fue necesario ajustar el cronograma para la obtención de datos y análisis de los mismos, prolongando el tiempo de realización de la investigación.

A partir de los resultados obtenidos y considerando el alcance de los objetivos propuestos y los hallazgos de la presente investigación, los aportes a la enseñanza de ciencias se justifican en:

1. Las habilidades de razonamiento informal analizadas en la presente investigación se pueden articular con las competencias de pensamiento crítico propuestas por Torres y Solbes (2012) a la luz del abordaje de CSC en las clases de ciencias naturales como se indica en la figura 16 del capítulo 3.
2. Se propone que las habilidades para juzgar la credibilidad de las fuentes fueran transversales a las demás habilidades ya que se requiere de estas para:
 - ✓ Analizar los argumentos, lo que implica identificar: reclamaciones o conclusiones que corresponden a los enunciados del conocimiento o postura del razonador a cerca de una cuestión que está sometida a evaluación; razón o razones que hacen referencia a la información de la que se dispone para apoyar la conclusión o reclamación; y la justificación que valida el paso de los datos a la conclusión dándole solidez a la reclamación.
 - ✓ Evaluar los razonamientos, lo que implica identificar si las reclamaciones son claras; si las razones son relevantes y suficientes para respaldar las reclamaciones; si las justificaciones son relevantes y respaldadas para validar el paso de los datos a la conclusión; y si las conclusiones contemplan las posibles excepciones o contraargumentos.
 - ✓ Construir razonamientos, para lo que se requiere del razonador que tenga la capacidad de: declarar una reclamación, es decir que logre interrelacionar las conclusiones con las razones y con la justificación; calificar reclamaciones, lo que implica que sea capaz de expresar condiciones que suponen un grado de certeza a la reclamación mediante expresiones como muy probablemente, necesariamente, seguramente, ciertamente, etc. Y finalmente, señalar limitaciones a la reclamación.

Para todas estas acciones se hace necesario tener en cuenta: si quien emite la información es un experto, un comité científico, una asociación o una persona informal; si el medio de publicación de dicha información fue un periódico, una revista científica, un noticiero, etc. Y finalmente, si se cuenta con un respaldo científico, es decir si la información contiene bases científicas, por ejemplo, si esta soportada por investigaciones. Estos aspectos corresponden a la habilidad de juzgar la credibilidad de las fuentes, lo que justifica que sea transversal a las demás habilidades de razonamiento informal.

3. Se presentan los hallazgos relacionados con los puntos de encuentro entre el RI, las CSC y el PC, como se indica en la figura 48.
4. Se propone la existencia de puentes entre el RI y el PC (Figura 26) como aporte a la enseñanza de las ciencias a la luz de la necesidad de asumir una educación científica en pro del ejercicio de una ciudadanía responsable que sea capaz de tomar decisiones razonadas que se basen en un pensamiento crítico como lo manifiestan Couso y Puig (2021).

Perspectivas para la Enseñanza de las Ciencias

A partir de las conclusiones presentadas, surgen las siguientes perspectivas

1. Es urgente la flexibilización de los currículos de ciencias naturales a la luz de los contextos y de los intereses de los estudiantes, donde se involucren situaciones reales de su cotidianidad, que generen motivación y la posibilidad de aplicación de los conocimientos construidos en las dinámicas propias de las ciencias naturales.
2. Se debe buscar la participación de diferentes áreas del conocimiento de tal manera que las HRI no solo favorezcan desde las ciencias naturales, sino desde diferentes

áreas del saber, toda vez que es muy difícil lograr la transferencia de habilidades a nuevos contextos (Cerbin, 1988)

3. Enseñar a razonar requiere de tiempo y dedicación por parte de los profesores, además de privilegiar esta enseñanza sobre la cobertura de programas curriculares ya que no es posible cubrir la misma cantidad de contenido a la vez que se pretende formar en habilidades de razonamiento.

Referencias Bibliográficas

- Abd-El-KHALICK, F. (2003). Socioscientific issues in pre-college science classrooms. In: the ZEIDLER, D. (ed.) *The role of moral reasoning on Socioscientific issues and discourse in science education*. Science y Technology Education Library, vol 19. Springer, Dordrecht.
- Acevedo, J. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka*, 1(1), 3-15.
- Achuri Ortiz, A. (2018). *Estado del arte de las investigaciones en el énfasis de gestión educativa y evaluación de la maestría en educación, Universidad Externado de Colombia (2011-2015)*. [tesis de maestría, Universidad Externado de Colombia]
- Acosta, M. (2016). *Desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de secundaria del sector rural a partir de la enseñanza de la Bioquímica* [Tesis de Maestría, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia]
- Aikenhead, G. (1992). Razonamiento lógico en ciencia y tecnología: un libro de texto académico de ciencia STS. *Boletín de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 12(3), 149–159. <https://doi.org/10.1177/027046769201200305>
- Albertos, D., y Herrán, A. (2018). Desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de Educación Secundaria: diseño, aplicación y evaluación de un programa educativo. Profesorado. *Revista de Curriculum y Formación de Profesorado*, 22(4), 269-285. DOI: 10.30827/profesorado. v22i4.8416.
- Anganoy, A., Pantoja, C., Jurado, M., Vallejo, R. y Botina, Z. (2017). *Caracterización de las habilidades de pensamiento crítico y su relación con el desempeño académico*, [Tesis de Maestría, Universidad Pontificia Bolivariana. Putumayo]
- APCEIU. (2022). Street Dialogue Project 2022.

- Arias, H y Dallagnol, M. (2016). Abordaje de Cuestiones Sociocientíficas: una alternativa para trabajar la interdisciplinariedad y vivenciar interacciones CTSA. *Tecné Episteme Y Didaxis: TED*, 1319-1330.
- <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4743>
- Azizmalayeri, K., Mirshahjafari, E., Sharif, M., Asgary, M. y Omidi M. (2012). The impact of guided inquiry methods of teaching on the critical thinking of high school students *Journal of education and Practice*. 3(10)
- Bardin, L. (1991). *Análisis de contenido* (Vol. 89). Ediciones Akal.
- Bauman, D. E. (1989). *Biology of bovine somatotropin in dairy cattle*. Mimeo Ser. No. 133, Cornell Coop. Ext., Cornell Univ., Ithaca, NY
- Beltrán, M. (2010). Una cuestión sociocientífica motivante para trabajar pensamiento crítico. *Zona Próxima*, (12), 144-157.
- Beltrán, M. y Torres, N. (2009). Caracterización de habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de educación media a través del Test HCTAES. *Zona Próxima*, (11), 66-85.
- Benavides-Rosero, Mario Fernando. (2020). COVID-19 y la pandemia global causada por un nuevo coronavirus. *Universidad y Salud*, 22(3, Supl. 1), 299-314. Publicación electrónica 10 de diciembre de 2020.
- <https://doi.org/10.22267/rus.202203.203>
- Ben-Chaim, D., Ron, S., y Zoller, U. (2000). The disposition of eleventh-grade science students toward critical thinking. *Journal of Science Education and Technology*, (9), 149-159.
- Bencze, JL, Alsop, S., y Bowen, GM. (2009). Student-teachers' Inquiry-based Actions to Address Socioscientific Issues. *Journal for Activist Science & Technology Education*,

1(2), 144-157.

Bilby, T. R. A. Sozzi, M. M. Lopez, F. T. Silvestre, A. D. Ealy, C. R. Staples, and W. W.

Thatcher. (2006). Pregnancy, bovine Somatotropin, and dietary n-3 fatty acids in lactating dairy cows: Ovarian, conceptus, and growth hormone/insulin-like Growth Factor system responses. *Journals of Dairy Science*, 89(9), 60-74. Doi:

10.3168/jds.S0022-0302(06)72373-6. PMID: 16899669.

Blanco, A., España, E. y Franco, A. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo de

pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice. Revista de Educación Científica* 1(1), 107-115. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2004>.

Bryman, A. (2007). Barriers to Integrating Quantitative and Qualitative Research. *Journal of mixed Methods Research*, 1(1), 8-22.

Butendieck, B., y Butendieck, A. (2000). Qué es la somatotrofina bovina. *Tierra Adentro*, 34, 49-50.

<https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/5757>.

Campaner, G. y De Longy, A. (2007). La argumentación en la Educación Ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 6(2), 442-456.

Campos, Vélez, Hernández, García, Molina, Sánchez, Durán y Giraldo. (2015). El mejoramiento genético y la producción lechera. La esencia de una realidad de producción animal. *Revistas Unal. Acta agronómica*, 64(3), 1-9.

Candela, A. (2001). Corrientes teóricas sobre discurso en el aula. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 6(12).

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14001208>

- Carvajal, Y y Huertas, T. (2009). Desarrollo de habilidades cognoscitivas y de pensamiento crítico desde una problemática ambiental. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. Número extraordinario, 111-117.
- Casallas, E. y Martínez, L. (2013). La seguridad alimentaria: una cuestión controvertida en la escuela. *Revista Biografía*, 6(10), 59-67.
- Castro, G y Carrión, D. (2014). Propuesta de un Diseño Curricular desde las Cuestiones Sociocientíficas. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*. Memorias sexto Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias, 62-68.
- Causado, R., Santos, B., y Calderón, I. (2015). Desarrollo del pensamiento crítico en el área de ciencias naturales en una escuela de secundaria. *Revista facultad de Ciencias de la Universidad Nacional*, 4(2), 17 -42.
- Cerbin, B. (1988). The nature and Development of Informal Reasoning Skill in College Students. [Conferencia]. *National Institute on Issues in Teaching and Learning*, Chicago, U.S.A.
- Chacón, S. d. C. C., Camberos, L. O., y López, H. S. (1995). El uso de la somatotropina bovina recombinante (sTBR) durante el estrés calórico en el ganado bovino. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 33(3), 168-178.
- Chalupa, W., Vecchiarelli, B., Galligan, D. T., Ferguson, J. D., Baird, L. S., Hemken, R. W., Harmon, R. J., Soderholm, C. G., Otterby, D. E., Annexstad, R. J., Linn, J. G., Hansen, W. P., Ehle, F. R., Palmquist, D. L., & Eggert, R. G. (1996). Responses of dairy cows supplemented with somatotropin during weeks 5 through 43 of lactation. *Journal of dairy science*, 79(5), 800–812.
- [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76428-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76428-7)

- Chetty S. (1996). The case study method for research in small- and médium – sized firms. *International small business journal*, 15(1), 73-85.
<https://doi.org/10.1177/02662426961510>
- Conrado y Neto (Org) (2018). *QUESTOES SOCIOCIENTIFICAS. Fundamentos, Propostas de ensino e Perspectivas para Ações Sociopolíticas*. Salvador Ed. EDUFBA.
- Cummings, R., Dyas, L., Maddux, CD y Kochman, A. (2001). Principled moral reasoning and behavior of preservice teacher education students. *American Educational Research Journal*, 38(1), 143–158. <https://doi.org/10.3102/00028312038001143>
- Cunningham, J & Klein, G. (2009). *Fisiología veterinaria*. 4ta ed. Elsevier.
- Cutcliffe, S. (1990). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: un campo interdisciplinar*. En medina, M. y Sanmartín, J (Eds.). *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 20-41. Barcelona, Antropos.
- Da Dalt, E. (2013). Propuesta didáctica para desarrollar las habilidades de razonamiento en el nivel universitario. *IF Press; Información Filosófica*, 10(20), 95-148.
- Dagnino, R., Thomas, H. y Davyt, A. (2003). *El Pensamiento em Ciencia, Tecnología y Sociedad em Latinoamérica: uma interpretação política de su trayectoria*. In R. Dagnino y H. Thomas (Eds.), *Ciência, Tecnologia e Sociedade: uma reflexão latino-americana*. Taubaté: Editora Cabral.
- Darby, M. (2007). Debate: a teaching-learning strategy for developing competence in communication and critical thinking. *Journal of dental hygiene: JDH*, 81(4), 78.
- Dellarosa, D. (1998). A history of Thinking. Capítulo de libro.
- Descartes. (2018). “Discurso del método para bien conducir la razón y buscar la verdad en las ciencias”, Edición y traducción de Pedro Lomba Falcón, Madrid, Trotta, 2018.

- Dohoo, IR, DesCoteaux, L., Leslie, K., Fredeen, A., Shewfelt, W. y Dowling, AP, (2003).
Una revisión de metaanálisis de los efectos de la somatotropina bovina
recombinante. 2. Efectos sobre la salud animal, el rendimiento reproductivo y el
sacrificio. *Lata. J. Vet. Res*, 67, 252-64.
- Driver, R., Newton, P., y Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific
argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287–312.
- Edwards, Gil, Vilches y Praia. (2004). La atención a la situación del mundo en la
Educación Científica. *Enseñanza de las ciencias*, 22(1), 1-17.
- Ennis, R. (2002). *Goals for a Critical thinking curriculum and its assessment*. Costs
Alexandria.
- España, E. (2008). *Conocimientos, actitudes, creencias y valores en los argumentos sobre
un tema sociocientífico relacionado con alimentos*, [Tesis Doctoral. Universidad de
Málaga].
- FAO (2007). Petition Seeking the Withdrawal of the New Animal Drug Application
Approval for Posilac - Recombinant Bovine Growth Hormone (rBGH).
- FAO JECFA. (2013). Residue evaluation of certain veterinary drugs. 78th Meeting.
International Committee of taxonomy of Viruses. Taxonomy; (2020).
<https://talk.ictvonline.org/taxonomy/> (acceso :13/05/2021)
- Freeman. J. (1990). Walton´s Informal logic: A handbook for Critical Argumentation.
Informal Logic 12(2), 87-105. DOI: 10.22329/il. V 12i2.2604.
- Galotti, K. (1989). Approaches to Studying Formal and Everyday Reasoning.
Psychological Bulletin, 105(3), 331-351
- García, L. (2007). *Lógica y pensamiento crítico*. 5 ed. Editorial Universidad de Caldas-
Manizales. ISBN: 958-8041-68-6

- García Rojas, K y Pérez Arcila, S. (2017). *Formación científica ciudadana*. [tesis de maestría. Universidad Distrital Francisco José de Caldas].
- García, V. (2017). Enseñar a pensar, crear, actuar y construir críticamente: desde el desarrollo del pensamiento científico escolar y la enseñanza para la comprensión. *Revista Bio- grafía*. Número extraordinario, 1255-1262.
- Giere, R. (1992). *La explicación de la ciencia. Un acercamiento cognoscitivo*. México: Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- González, M. López, J. y Luján, J. (1996). *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos.
- Hadley, M.E. (1996). *Endocrinology*. (4th Ed.). Prentice Hall, New Jersey.
- Harada, O. (2009). Argumentos, formalización y lógica informal. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 16 (2), 125-136. [Fecha de Consulta 27 de octubre de 2021]. ISSN: 1405-0269. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10411360003>
- Hernández. S., Fernández. C. y Baptista. L. (2014). *Metodología de la Investigación*, (6 edición).McGraw-Hill Education.
- Inch, E. y Warnick. (1988). *Critical Thinking and Comunication: The use of Reason in Argument*, (7th edition), ISBN 978-0-205-92577-3. Pearson Education (2014)
- International committee of taxonomy of Viruses. Taxonomy.2020
https://talk.ictvonline.org/taxonomy/p/taxonomy-history?taxnode_id=202007236
- Jabbar, MA, Ahmad, I., Abdullah, M., Pasha, TN y Majeed, F. (2009). Uso a largo plazo de somatotrópicos bovinos (bST) sobre la reproducción y la salud de los búfalos Nili-Ravi. *Revista Sudafricana de Ciencia Animal*, 39(5), 266-269. Obtenido el 2 de julio de 2021

http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-15892009000500063&lng=en&tlng=en.

- Jaimés, A. y Ossa, C. (2016). Impacto de un programa de pensamiento crítico en estudiantes de un liceo de la Región de Biobío. *Pensamiento Educativo. Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 52(2), 1-11.
- Jho, H., Yoon, HG y Kim, M. (2014). La relación del conocimiento científico, la actitud y la toma de decisiones sobre temas socio-científicos: el estudio de caso de los debates de los estudiantes sobre una central nuclear en Corea. *Ciencia & Educación*, 23(5), 1131-1151.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (1998). Diseño curricular: Indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 203-216.
- Jiménez-Aleixandre, M. y Díaz, B. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 21(3), 359-370.
- Jiménez-Aleixandre. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Grao.
- Jiménez-Aleixandre y Piug, B. (2010). Argumentación y evaluación de explicaciones causales en ciencias: el caso de la inteligencia. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 63, 11-18.
- Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33(7), 14-26.
- Jucker, B., Rennings, A., Cline, Gary y Shulman, G. (1997). *¹³C and ³¹P NMR Studies on the Effects of Increased Plasma Free Fatty Acids on Intramuscular Glucose*

- Metabolism in the Awake Rat *Journal of Biological Chemistry*, Volume 272, Issue 16, Pages 10464-10473, ISSN 0021-9258, <https://doi.org/10.1074/jbc.272.16.10464>.
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021925818407132>)
- Kennedy, R. (2007). In-class debates: Fertile ground for active learning and the cultivation of critical thinking and oral communication skills. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 19(2), 183-190.
- Kennedy, R. (2009). The power of in-class debates. *Active Learning in Higher Education*, 10(3), 1-12. <http://dx.doi.org/10.1177/1469787409343186>
- Kingsnorth, P. (s.f.). Los archivos de Monsanto. Hormonas de crecimiento bovino. *The ecologist*, 1-6.
<http://free-news.org/monsan15.htm#Paul%20Kingsworth>. El 7 de octubre de 2021.
- Kolstø, S. D. (2001). “To trust or not to trust,...’-pupils” ways of judging information encountered in a socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 23(9), 877–901.
- Kolstø, S. D. (2006). Patterns in Students’ Argumentation Confronted with a Risk-focused Socio-scientific Issue. *International Journal of Science Education*, 28(14), 1689-1716.
- Kuhn, D. (1991). *The Skills of Argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
doi:10.1017/CBO9780511571350.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337.
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar Ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Temas de Educación. Paidós.

- Limón, M. (1998). Aportaciones del razonamiento informal a la psicología del pensamiento. (Actas). Universidad de Santiago de Compostela, 133-149.
- Limón, M. y Carretero, M. (1995). Razonamiento y solución de problemas con contenido histórico. En Carretero Mario. (3 edición). *Construir y enseñar las ciencias sociales y la historia* (pp. 117-142). Aique grupo editorial S.A.
- LIMÓN, M., y CARRETERO, M. (1997). Conceptual change and anomalous data: A case study in the domain of natural sciences. *European Journal of Psychology of Education*, 12(2), 213–230.
- Lipman, M. (1998). *Pensamiento Complejo y Educación*. Primera reimpresión. Trad. Ferrer V. Madrid: Ediciones de La Torre.
- Lizcano Rivera, K. (2016). *Oportunidades y retos de las tutorías en la formación de futuros docentes de inglés: Estudio exploratorio mixto de percepciones*. [tesis de maestría. Universidad de Los Andes].
- López, P. y Verd, J. (2008). La eficiencia teórica y metodológica de los diseños multimétodo. *EMPIRIA. Revista de Metodología de las Ciencias Sociales*, (16), 13-42.
- Lopes, N. y Carvalho, L. (2013). Possibilidades e Limitações da Prática do Professor na Experiência com a Temática Energia e Desenvolvimento Humano no Ensino de Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 13(2), 207-226.
- Lormore, M.J., L.D. Muller, D.R. Deaver, L.C. Griel (1990). Early Lactation Responses of Dairy Cows Administered Bovine Somatotropin and Fed Diets High in Energy and Protein1, *Journal of Dairy Science*, Volume 73, Issue 11, 1990, 3237-3247, ISSN 0022-0302,

[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(90\)79016-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(90)79016-9).

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030290790169>)

Macedo, B. (2016). CILAC. Foro Abierto de Ciencias. Latinoamérica y Caribe. Educación Científica. UNESCO. Oficina de Montevideo.

Maloof Avendaño, CE y Housset Fonseca, M. (2009). Uso del análisis del discurso para mejorar las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes. *Zona Próxima*, (10), 36-49.

Marques, R., Tenreiro, C., y Maerins, I. (2010). Pensamiento crítico y literatura científica. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 65, 96-103.

Martín García, A. V. y Barrientos Bradasic, Óscar. (2010). Los dominios del pensamiento crítico: una lectura desde la teoría de la educación. *eVersal revistas. Teoría De La Educación. Revista Interuniversitaria*, 21(2), 19-44.

<https://doi.org/10.14201/7150>

Martín, I, y Nuevo, I. (2007). Razonamiento informal: estudio de la influencia del nivel educativo y la experiencia de inmigración. *Apuntes de Psicología*, 25 (2), 215- 228.

Martínez, L. (2010). *Questões sociocientíficas na prática docente. Ideologia, autonomia e formação de professores*. Editora Unesp.

Martínez, L. (2014). Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 36, 77-94.

Martínez, L y Pacheco. (2012). Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. *Educação e Pesquisa, São Paulo*, 38(3), 727- 741.

Martínez, L y Parga, D. (2013b). La emergencia de las cuestiones sociocientíficas con el enfoque CTSA. *Revista Góndola*, 8(1), 23-35.

- Martínez, L y Villamizar, D. (Comps). (2014). *Unidades didácticas sobre cuestiones sociocientíficas: construcciones entre la Escuela y Universidad*. (1ª Ed). Bogotá: Colciencias; ALTERNACIENCIAS; Universidad Pedagógica Nacional.
- Martínez, L. y Parga, D. (2018). *Aportes investigativos para la enseñanza de las ciencias y el conocimiento didáctico del profesor*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, CIUP.
- McSHARRY, G. y JONES, S. (2002). Television programming and advertisements: help or hindrance to effective science education? *International Journal of Science Education*, 24(5), pp. 487-497.
- Means, M. y Voss, J. (1996) Who Reasons Well? Two Studies of Informal Reasoning Among Children of Different Grade, Ability, and Knowledge Levels. *Cognition and Instruction*, 14(2), 139-178.
- Méndez, J. (2015). *Apropiación del decreto 1290 por parte de los docentes y estudiantes de la institución educativa Departamental la Aurora, en los procesos de enseñanza y aprendizaje*. [tesis de maestría. Universidad Santo Tomas].
- Mesa, S. y Seña, E. (2013). Argumentación en torno al concepto “Lo vivo”: discusiones sobre el maltrato animal como asunto sociocientífico. [Tesis de Maestría. Universidad de Antioquia. Antioquia, Colombia].
- Miller-Jones. (1991). Informal Reasoning in Inner City Children. En Voss, J., Perkins, D. & Segal, J. (Eds). *Informal Reasoning and Education*, 107-130. Routledge, Taylor & Francis Group.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. (2004). Serie de Lineamientos curriculares. Ciencias naturales y Educación Ambiental.

- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. (2004). *Estándares básicos de competencia en Ciencias Naturales*. Serie de Guías. No. 7.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. (2017). Plan Decenal de Educación. 2016-2026. El camino hacia la calidad y la equidad.
- Molano, A. (2014). Construcción de la alfabetización científica a partir del trabajo con cuestiones socio científicas (CSC). Problemática de la contaminación del río Bogotá. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. Memorias sexto Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias, 50-62.
- Molina, P., Morales, M. y Valenzuela, M. (2016). Competencia transversal pensamiento crítico: Su caracterización en estudiantes de una secundaria de México. *Revista Electrónica Educare*, 20(1), 1-26.
- Molinatti, G., Girault, Hammond. (2010). High School Students Debate the Use of Embryonic Stem Cell: The influence of context on decision making, *International Journal of Science Education*, 32(16), 2235-2251.
- Montoya, J.L. (2007). Primer avance de investigación. Acercamiento al desarrollo del pensamiento crítico, un reto para la educación actual. *Revista virtual Universidad Católica del Norte*, 21, 1-17.
- <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194220390001>
- Moraes, R. y Galiazzi M. (2006). Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciencia & educação*, 12(1), 117-128.
- Moreira, W., Del Nero, P. y Zanotello, M. (2016). O Debate na Perspectiva da Lógica Informal: Uma Abordagem para Análise da Argumentação em Aulas de Ciências. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(2), 99–127.

- Morse, J. (1991). Approaches to Qualitative-Quantitative Methodological Triangulation. *Investigación en enfermería*, 40(2), 120-123.
- Muñoz, A y Beltrán J. (2006). Fomento del pensamiento crítico mediante la intervención en una unidad didáctica sobre la técnica de detección de información sesgada en los alumnos de Enseñanza Secundaria Obligatoria en Ciencias Sociales. *Madrid: Universidad Complutense. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación.*
- Murphy. P., Rowe, M., Ramani, G. y Silverman. (2014). Promoting Critical- Analytic Thinking in Children and Adolescents at Home and at in School. *Educational Psychology Review*, 26(4), 561-578.
- Mustafa Sami Topcua, Ebru Zeynep Mugaloglu y Devrim Guven. (2014). Socioscientific Issues in Science Education: The case of Turkey. *Educational Science: Theory & Practice*, 14(16), 2340-2348.
- Nickerson, R. (1991). Modes and Models of Informal Reasoning: a Commentary. In *Informal Reasoning and Education*, Edited by Voss, J., Perkins, D. y Segal, J. Routledge, Taylor y Fracis Group. New York and London.
- Nurkan Tekin, Oktay Aslan y Suleiman Yilmaz. (2016). Research Trends on Socioscientific Issues: A content Analysis of Publication in Selected Science Education Journals. *Journal of Education and Training Studies*, 4(9).
- OECD (2019), *TALIS 2018 Results (Volume I): Teachers and School Leaders as Lifelong Learners*, TALIS, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/1d0bc92a-en>.
- Omelicheva, M. Y. (2006). Global politics on trial: Using educational debate for teaching controversies of world affairs. *International Studies Perspectives*, 7(2), 172–186.
- Orientaciones curriculares para el campo de Ciencia y Tecnología (2007).

Orientaciones Pedagógicas y Marco de la Política Educativa para la Ciencia, la Tecnología, la Informática y los Medios de Comunicación en la Educación del Distrito Capital (2011).

Orientaciones Curriculares de Ciencias Naturales para fortalecer la Ciudadanía (2014)

Orientaciones del área integradora de Ciencias Naturales para la implementación de la jornada única (2015).

Osborne, J. (2014). Teaching critical thinking. New directions in science education? *School Science Review*, 352, 53-62.

Osorio Velásquez, N. (2016). *Percepciones sobre la calidad ambiental y procesos productivos de productores de café en el municipio de Águila, Colombia*. [tesis de maestría]. El Colegio de la Frontera Norte. CICESE.

Otero, G., Poitras, M. y Pechlaner, G. (2012). Economía política de la biotecnología agrícola en Norteamérica: el caso de la ganadería lechera en La Laguna, México. *Estudios Sociedade e Agricultura*, 20 (2), 333-363.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=599964686001>

Park, C., Kier, C., y Jugdev, K. (2011). Debate as a Teaching Strategy in Online Education: A Case Study. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 37(3), 1-17.

Patronis, T.; Potari, D.; Spiliotopoulou, V. (1999). Students' argumentation in decisionmaking on a socio-scientific issue: implications for teaching. *International Journal of Science Education*, 21(7), 745-754.

Paul, R. (1992). Critical Thinking: What, why, and how. *New Directions for Community Colleges*, 1992 (77), 3-24.

Paul y Elder (2003). La mini-guía para el pensamiento crítico. Conceptos y herramientas.

<https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SPConceptsandTools.pdf>

- Paul, R. y Elder, L. (2006). *The miniature guide to critical thinking concepts and tools*.
Foundation for critical thinking. Consultado. julio 15, 2019 from
<http://web.iitd.ac.in/~nukur/2015-16/Isem/cml522/CriticalThinking.pdf>
- Pedretti, E., y Nazir, J. (2011). Corrientes en la educación STSE: mapeando un campo complejo, 40 años después. *Educación científica*, 95 (4), 601–626. Doi: 10.1002 / sce.20435.
- Pelayo, D. y Martínez, L. (2016). Argumentación en estudiantes de educación media a partir del abordaje sociocientífico de la automedicación. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 12(2), 57-82.
- Perkins, David y Unger, Chris. (1989). “The new Look in Representations for Mathematics and Science Learning”. Conferencia de “Computers and Learning” del Social Science Research Council, 1989.
- Perkins, DN, Farady, M. y Bushey, B. (1991). El razonamiento cotidiano y las raíces de la inteligencia. En JF Voss, DN Perkins y JW Segal (Eds.), *Razonamiento informal y educación*, 83–105. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Perkins, D. (1999). ¿Qué es la comprensión? En Wiske, M. S. (Compil.). *La enseñanza para la Comprensión*. Buenos Aires: Paidós, 69 – 92.
- Pereira dos Santos y Decio Auler (orga). (2011). E educação científica. Desafios, Tendências e resultados de pesquisa. *Editora UnB*. Brasilia.
- Perelman, C. (1981). (Trad) González (2007). *Praxis Filosófica*, 25, 140-144.
- Perelman, C., y Olbrechts-Tyteca, L. (1989). *Tratado de la argumentación*. Madrid: Editorial Gredos.
- Pérez, C. y Guerrero, C. (2005). Mecanismos moleculares por los cuales los ácidos grasos podrían influir em la captación de glucosa. *Actualización*, 53(2).

- Piaget, J. (1980). *Psicología y pedagogía*. Barcelona: Ariel.
- Pinheiro, T.C., Westphal, M. y Pinheiro, T.F. (2005). Abordagem CTS e os PCN-EM: uma nova proposta metodológica ou uma nova visão de mundo? En R. Nardi y O. Borges (Eds.). *Atas do 5º Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Bauru, São Paulo, 1-11.
- Pinzón, L. (2014). Aportes de la argumentación en la constitución del pensamiento crítico en el dominio específico de la química [Tesis de Maestría. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia].
- PLAN NACIONAL DE EDUCACIÓN (PNDE, 2016- 2026)
- Planes de Desarrollo territorial.
- <https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/Paginas/Planes-de-Desarrollo-antteriores.aspx>
- Prado I, WG Nascimento, JA Negrao, LP Rigolon, S De Souza, ML Doi Sakuno, GL Pessini. (2003). Recombinant bovine somatotropin (rBST) on hematologic aspects and metabolites of heifers (1/2 Nellore x1/2 Red Angus) blood, in feedlot. *R Bras Zootec*, 32, 465-472.
- Proyecto de Educación para la Ciudadanía y la Convivencia (2014)
- Quintero, C. (2010). Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS): perspectivas educativas para Colombia. *Zona Próxima*, 222, 222-239.
- Ratcliffe, M. y Grace, M. (2003). *Science Education for Citizenship: Teaching Socio-Scientific Issues*. Philadelphia: Open University Press.
- Real Academia de la Lengua (1970)

- Revel Chion, A., Coulól, A., Erdurán, S., Furman, M., Iglesia, P. y Ardúriz-Bravo, A. (2005). Estudios sobre la enseñanza de la argumentación. *Enseñanza de las ciencias*. Número extra. VII congreso.
- RIED- ILA. (2013). Serie de seminarios virtuales sobre pensamiento crítico: https://www.youtube.com/watch?v=gVBhDmU_mv&list=PLIHTTdI6boT6AMkMq9tO9VhmKuh0_6Gbe
- Rivas, S. F., y Saiz, C. (2015). ¿Perduran en el tiempo las habilidades de pensamiento crítico adquiridas mediante instrucción? *Pensamento crítico na educação: Desafios atuais*, 137-144.
- Rivas, S. F., y Saiz, C. (2016). Instrucción en pensamiento crítico: Influencia de los materiales en la motivación y el rendimiento. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 12(1), 91-106.
- Romero Peñuela, Marlyn Hellen, Uribe-Velásquez, Luis Fernando y Sánchez Valencia, Jorge Alberto. (2011). Biomarcadores de estrés como indicadores de bienestar animal en ganado de carne: stress biomarkers as indicators of animal welfare in cattle beef FARMING. *Biosalud*, 10(1), 71-87. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-95502011000100007&lng=en&tlng=es.
- Ruiz, J., Solbes, J. y Furio, C. (2013). Los debates sociocientíficos: Un recurso para potenciar la competencia argumentativa en las clases de física y química. *Enseñanza de las Ciencias: revista de Investigación y Experiencias Didácticas*. N° Extra, 3126-31.
- Ruiz, J., Uribe y Velásquez, J. (2011). *Factor de crecimiento semejante a insulina tipo 1 (IGF-1) en la reproducción de la hembra bovina*. Manizales-Colombia.

- Sadler, T. (2004). Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues: A Critical Review of Research. *Journal of research in science teaching*. 41(5), 513-536.
- Sadler, T. D. and Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42: 112–138.
- Saiz, C. y Nieto, A. M. (2002). *Pensamiento crítico: capacidades y desarrollo*. En C. Saiz (Ed.), *Pensamiento crítico: conceptos básicos y actividades prácticas* (p. 15-19). Madrid: Pirámide.
- Saiz, C. Y Rivas, S. (2008). Evaluación en pensamiento crítico: Una propuesta para diferenciar formas de pensar. *Ergo, Nueva Época*, 22-23, 25-66.
- Salazar, L., Pinzón, Y. y Martínez, L. (2015). Razonamiento moral y ético en estudiantes de educación secundaria a partir de las cuestiones sociocientíficas. *Revista Uni-Pluri/versidad*, 15(1), 76-86.
- Saiz, C. (2018). *Pensamiento crítico y eficacia*. Madrid: Pirámide. ISBN e-book: 978-84-568-3945-6.
- Salgado Orellana, N., Ferrada, C., Puraivan, E y Parraguez, R. (2018). Un estudio cuantitativo sobre las tesis doctorales españolas en acción tutorial (1980-2016). *Revista general de información y documentación*, 28(2), 415-434.
- Sánchez, M. (2002). La investigación sobre el desarrollo y enseñanza de las habilidades de pensamiento. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 4, (1).
<http://redie.uabc.mx/vol4no1/contenido-amestoy.html>
- Sánchez, C. (2005). Lógica informal: una alternativa para la enseñanza de la lógica. *Lecturas matemáticas. Volumen especial, XV Congreso Nacional de Matemáticas. Sociedad Colombiana de matemáticas*, 385-398.

- Sánchez, A. (2015). Percepciones sobre el desarrollo del pensamiento crítico de las estudiantes de la institución educativa Niño Jesús de Praga- PIURA. [tesis de pregrado. Universidad Antonio Ruiz de Montoya (UARM) Perú].
- Sandín, M. (2003). *Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y tradiciones*. Editorial McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U.
- Santos. (2008). Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. *Alexandria Revista de Educacao em Ciencia e Tecnologia*, 1(1), pp. 109- 131.
- SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. (2011). Significados da educação científica com enfoque CTS. In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. (Orgs.). *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*. Brasília: Editora Universidad de Brasília, 2011, p. 21-47.
- Santos, L. (2017). The role of Critical Thinking in Science Education. *Journal of Education and Practice*, 8(20), 159-173.
- Sanz de Acedo, L. (2001). La argumentación: una forma de razonamiento informal. *Revista de Psicología General y aplicada*, 54(3), 355-370.
- Schwarz, B., Neuman, Y., Gil, J., y LLYa, M. (2003). Construction of collective and individual knowledge in argumentative activity. *Journal of the Learning Sciences*, 12(2) 219-256.
- Shaw, V. (1996). The Cognitive Processes in Informal Reasoning, *Thinking & Reasoning*, 2:1, 51-80, DOI:10.1080/135467896394564.
<http://dx.doi.org/10.1080/135467896394564>

- SOLBES, J. y VILCHES, A. (1989a). Interacciones ciencia1 técnica, entorno natural y social: una propuesta de materiales. *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra, 111(2), 302-306.
- SOLBES, J. y VILCHES, A. (1989b). Interacciones ciencia-técnica-sociedad: Un instrumento de cambio actitudinal. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), pp. 14-20
- Solbes, J., Ruiz, J. y Furio, C. (2010). Debates y argumentación en las clases de física y química. *Alambique*, 63, 65-75.
- Solbes, J. (2012). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(1), 1-10.
- Solbes, J y Torres, N. Y. (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones socio-científicas: un estudio en el ámbito universitario. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 26, 247-269.
- Solbes, J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (II): Ejemplos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(2), 171-181.
- Solbes, J. (2019). Cuestiones sociocientíficas y pensamiento crítico: Una propuesta para cuestionar las pseudo ciencias. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis (TED)*, 46, 81-99.
- Sternberg, RJ (1986). Pensamiento crítico: su naturaleza, medición y mejora.
- Sternberg, R. J., y Zhang, L.-f. (Eds.). (2001). *Perspectives on thinking, learning, and cognitive styles*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Strieder, Bravo, y Gil. (2017). Ciencia- tecnología- sociedad: ¿Qué estamos haciendo en el ámbito de la investigación en educación en ciencias? *Revista enseñanza de las ciencias*, 35(3), 29-49.

- Suleiman, Z. (2013). Effectiveness of Intel Package on Developing Critical Thinking Skills of Ninth Basic Grade Students in National and Civil Education Subject. *Journal of Education and Practice*, 4(24), 106-115.
- SUTTON, C. (1997). Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. *Alambique*, 12, 8-32.
- Talat Aytan. (2016). Evaluation of the 2006 and 2015 Turkish Education Program in Secondary School Curriculum in Turkey Terms of Critical. *Journal of Education and Learning*, 5(2), 38-46.
- Tamayo, O. (2012). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. *Hallazgos*, 9(17), 211-233.
- Tamayo, O. (2014). Pensamiento crítico dominio –específico en la didáctica de las ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 36, 25-46.
- Tamayo, O., Zona, J. y Loaiza, Y. (2014). *Pensamiento crítico en el aula de Ciencias*. Editorial Universidad de Caldas.
- Tenreiro Viera, C. y Vieira, R. M. (2016). Educação em ciências e Matemáticas com orientação CTS Promotora do Pensamento Crítico. *Revista CTS*, 33(11), 143-159.
- Todd, Nerlich y McKeown, (2004). *Mixing method in psychology- the integration of qualitative and quantitative methods in theory and practice*. Psychology Press. Taylor & Francis Group.
- Torralbo Rodríguez, M., Vallejo Ruiz, M., Fernández Cano, A y Rico Romero, L. (2004). Análisis metodológico de la producción española de tesis doctorales en educación matemática (1976-1988). *Relieve*, 1(41), 41-59.

- Torres, N. (2016). Caracterización del razonamiento informal desde el uso de una cuestión socio-científica con profesores en formación en ciencias naturales. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, (41), 18-30.
- Toulmin, S., Rieke, R., & Janik, A. (1978). *An introduction to Reasoning*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Toulmin, S., Rieke, R. y Janik, A. (1984). *An Introduction to reasoning*. Second Edition. London: Collier Macmillan Publishers.
- Tytler, R., Duggan, S., & Gott, R. (2001). Public participation in an environmental dispute: Implications for science education. *Public Understanding of Science*, 10, 343 - 364.
- UNESCO. (2014). Estrategia de Educación de la UNESCO 2014-2021.
- UNESCO. (2016). Educación para la Ciudadanía Mundial. Preparar a los educandos para los retos del siglo XXI.
- UNESCO. (2021). Reimaginar juntos nuestros futuros. Un nuevo contrato social para la educación. Informe de la comisión Internacional sobre los futuros de la educación.
- Vargas, Osorio, Loaiza, Villa y Ceballos. (2006). Efecto del uso de una somatotropina bovina recombinante (STBr) en vacas lecheras a pastoreo bajo condiciones tropicales. *Archivo Medicina Veterinaria*, 38(1). 33-38.
- Valenzuela, J., Nieto, A. y Muñoz, C. (2014). Motivación y disposiciones: enfoques alternativos para explicar el desempeño de habilidades de pensamiento crítico. *Revista Electrónica de Investigación educativa*, 16(3), 16-32.
- Vargas, A; Osorio, C; Loaiza, J; Villa, N. y Ceballos, A. (2006). Efecto del uso de una somatotropina recombinante de (r(SBT) en vacas lecheras a pastoreo bajo condiciones tropicales. *Archivos de medicina veterinaria*, 38(1)
- Vásquez y Manassero. (2020). Editorial revista TED (48), 7-11. ISSN 2653184.

- Vieira, R. M., Tenreiro- Vieira, C. y Martins, I. (2011). Critical Thinking: Conceptual clarification and its importance in science education. *Science Education*, 22(1), 43-54.
- Villasevil Marco, F. (2016). *Influencia de los multimedia (Tic-tac) en el proceso enseñanza/aprendizaje*. [Tesis doctoral, Universitat Politecnica de Catalunya]. <http://hdl.handle.net/10803/385747>
- Villarini, A. (2003). Teoría y pedagogía del pensamiento crítico. *Revista Perspectivas Psicológicas*, 3 y 4.
- Vilouta, N., Pellegrini, P. y Porro, S. (2017). Controversias sociocientíficas en la enseñanza de la biología en Argentina: Un estudio de caso. *Revista de Enseñanza de las Ciencias*. No. Extraordinario.
- Voss, J., Perkins, D. y Segal, J. [ED]. (1991). *Informal Reasoning and Education*, New York and London. Routledge, Taylor & Francis Group.
- Yang, F. Y. y Anderson, O. R. (2003). Senior high school students' preference and reasoning modes about nuclear energy use. *Journal of Science Education*, 25(2), 221-224. doi:10.1080/09500690210126739
- Yang, C. H., & Rusli, E. (2012). Using Debate As A Pedagogical Tool In Enhancing Pre-Service Teachers' Learning And Critical Thinking. *Journal of International Education Research*, 2(8), 135-144.
- Yigal, R. y Tager, M. (2014). Making studentThinking visible Through a Concept Map in Computer Based Assessment of Critical Thing. *Journal of educational computing research*, 50(2), 249-270.
- Yin, R. (1994). Investigación sobre estudio de casos. Diseño y métodos. *Applied Social Research Methods Series*, 5(2).

- Ying-Tien Wu y Chin-Chung Tsai (2007). High School Students' Informal Reasoning on a Socio-scientific Issue: Qualitative and quantitative analyses, *International Journal of Science Education*, 29(9), 1163-1187.
- Zeidler, D., Walker, K., Ackett, W. y Simmons, M. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to Socioscientific dilemmas. *Science Education*. 86(3), 343-367
- Zangory, L., Peel, A., Kinslow, A., Friedrichsen, P. y Sadler, T. (2017). Student development of model-based reasoning about carbon cycling and climate change in a socio-scientific issues unit. *Journal of Research in Science and Teaching*. 54(10), 1249-1273.
- Zeidler, D. (2003). *The role of Moral Reasoning on Socioscientific Issues and Discourse in Science Education*. Science & Technology Education Library.
- Zeidler, D., Sadler, T. y Simmons, M. (2005). Beyond STS: A Research- Bases Framework for Socioscientific Issues Education. *Science Education*, 89(3), 357-377.
- Zohar, A., y Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 35-62.

Apéndice A

Documentos con articulación CSC Y PC en los contextos latinoamericano, norteamericano y europeo

Origen	Autor	Año	Título	Fuente
Norteamérica	Zangory, L., Peel, A., Kinslow, A., Friedrichsen, P. y Sadler, T.	2017	Student development of model-based reasoning about carbon cycling and climate change in a socio-scientific issues unit.	<i>Journal of Research in Science and Teaching</i>
	Omelicheva, M. Y.	2006	Global politics on trial: Using educational debate for teaching controversies of world affairs.	<i>International Studies Perspectives</i>
	Sadler, T. D. and Zeidler, D. L.	2005	Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making.	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>
	Sadler, T.	2004	Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues: A Critical Review of Research.	<i>Journal of research in science teaching.</i>
	Blanco, A., España, E. & Franco, A.	2017	Estrategias didácticas para el desarrollo de pensamiento crítico en el aula de ciencias.	Ápice. Revista de Educación Científica
Europa	Solbes, J.	2013	Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (II): Ejemplos.	<i>Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias</i>
	Ruiz, J., Solbes, J. y Furio, C.	2013	Los debates sociocientíficos: Un recurso para potenciar la competencia argumentativa en las clases de física y química.	Enseñanza de las Ciencias
	Solbes, J y Torres, N. Y.	2012	Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones sociocientíficas: un estudio en el ámbito universitario.	<i>Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales</i>
	Solbes, J.	2012	Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción.	<i>Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias</i>
	Saiz, C. Y Rivas, S.	2008	Evaluación en pensamiento crítico: Una propuesta para diferenciar formas de pensar.	<i>Ergo, Nueva Época</i>
	Campaner, G. y De Longy, A	2007	La argumentación en la Educación Ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media.	<i>Revista electrónica de enseñanza de las ciencias</i>
	Ying-Tien Wu y Chin-Chung Tsai	2007	High School Students' Informal Reasoning on a Socio-scientific Issue: Qualitative and quantitative analyses.	<i>International Journal of Science Education</i>
	Yang, F. Y. y Anderson, O. R.	2003	Senior high school students' preference and reasoning modes about nuclear energy use.	<i>Journal of Science Education</i>
	Pelayo, D. y Martínez, L.	2016	Argumentación en estudiantes de educación media a partir del abordaje sociocientífico de la automedicación.	<i>Revista Latinoamericana de Estudios Educativos</i>
	Salazar, L., Pinzón, Y. y Martínez, L.	2015	Razonamiento moral y ético en estudiantes de educación secundaria a partir de las cuestiones sociocientíficas.	<i>Revista Uni-Pluri/versidad</i>
Latinoamérica	Antolinez, D., Santoyo, J y Rico, J.	2015	Unidad didáctica para el fomento del pensamiento crítico hacia el manejo de aguas del río pesca (Boyacá), desde un enfoque (CTSA).	Tesis de pregrado. Universidad Pedagógica Nacional
	Bonilla, M.	2014	Desarrollo de capacidades científicas y la argumentación a través del análisis de un caso sociocientífico: El caso del Coltán aplicado a los estudiantes de séptimo grado.	Tesis de maestría. Universidad Pedagógica Nacional
	Mesa, S. y Seña, E.	2013	Argumentación en torno al concepto "Lo vivo": discusiones sobre el maltrato animal como asunto sociocientífico.	Tesis de Maestría. Universidad de Antioquia. Antioquia, Colombia.
	Beltrán, M	2010	Una cuestión sociocientífica motivante para trabajar pensamiento crítico.	Zona próxima
	Beltrán, M. y Torres, N.	2009	Caracterización de habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de educación media a través del Test HCTAES.	Zona próxima
Carvajal y Huertas	2009	Desarrollo de habilidades cognitivas y de pensamiento crítico desde una problemática ambiental.	<i>Tecné, Episteme y Didaxis: TED</i>	

Fuente: Elaboración propia

Apéndice B

Corresponde al instrumento utilizado para la fase de indagación sobre razonamiento informal y pensamiento crítico.



COLEGIO NICOLÁS BUENAVENTURA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DISTRITAL

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DEL DISTRITO

Resolución No. 110248 de Julio 31 de 2015 DANE 211769003152 NIT 830.064.259-6

Cuestionario de indagación al razonamiento informal y al pensamiento crítico

Nombres _____ Edad _____ Género _____

Apreciado estudiante,

A continuación, presentamos una serie de preguntas que buscan indagar sobre el conocimiento que tiene acerca de su razonamiento y pensamiento crítico desarrollados durante su proceso de aprendizaje. Lo invitamos a responder de la manera más tranquila y espontánea, tenga en cuenta que no hay respuestas falsas ni verdaderas. Los resultados obtenidos harán parte de una contribución significativa para un proyecto de investigación sobre los aportes del razonamiento informal al pensamiento crítico desde el análisis de cuestiones controvertidas, que busca fortalecer los procesos pedagógicos y didácticos de la enseñanza de las ciencias naturales. Por tal razón, agradecemos su disposición y participación en este proceso. Cabe resaltar que, para dar cumplimiento a la protección del menor, como

está estipulado en el código de infancia y adolescencia, se respetará completamente el anonimato en cada una de las actividades.

1. Para usted, ¿Qué es razonar?

2. Seguramente ha escuchado la expresión “pensar críticamente” defina con sus palabras pensamiento crítico e indique qué características considera que debe tener este pensamiento.

3. Para usted, ¿existe alguna relación entre la manera como razona y su pensamiento crítico? justifique su respuesta.

4. ¿Considera que durante su proceso de aprendizaje en la educación básica secundaria (de 6° a 9°) le ha brindado la oportunidad de desarrollar su capacidad de razonamiento y de pensamiento crítico? Justifique su respuesta

5. Si la respuesta a la anterior pregunta es afirmativa, indique qué áreas de conocimiento han favorecido este desarrollo.

6. Mencione por lo menos tres situaciones de su vida en las que ha tenido que emplear el razonamiento y pensamiento crítico.

Apéndice C

Corresponde al instrumento de caracterización utilizado para la fase de caracterización del pensamiento crítico de los estudiantes.

CARACTERIZACIÓN DEL RAZONAMIENTO INFORMAL

Apreciado estudiante,

El siguiente instrumento pretende indagar por su capacidad para razonar frente a una cuestión sociocientífica (CSC) relacionada con el SARS. CoV- 2 causante de la Covid 19- y que ha venido generando controversias en diferentes ámbitos.

Las preguntas que se presentan a continuación son de carácter abierto las cuales deben ser respondidas de la manera más completa y honesta posible para permitir determinar qué tipo de razonamiento emplea al analizar una cuestión controvertida.


Por favor lea muy bien las preguntas y justifique lo mejor que pueda sus respuestas.

Agradecemos inmensamente su participación en esta investigación.

Parte I

Realice la lectura de la siguiente nota y a partir de ella responda a las preguntas 1, 2 y 3.

¿Por qué ha causado tanta polémica la vacuna rusa contra el Covid-19?

Primera modificación: 14/08/2020 -  05:02

Por: Valentina T. Sánchez

Disponible en https://www.youtube.com/watch?time_continue=323&v=umuZusvwQzc&feature=emb_logo

Numerosos expertos han asegurado que la vacuna está en una etapa en la que aún no se puede comprobar del todo su efectividad y añaden que Rusia estaría haciendo un experimento social al administrársela anticipadamente a la población.

Se llama Sputnik V y es la primera vacuna registrada contra el Covid-19. Fue desarrollada por Rusia y se encuentra en el centro de la controversia.

La eficacia del fármaco ha sido puesta en duda por numerosos expertos en el mundo debido a la velocidad con la que las autoridades del Kremlin le dieron el permiso de suministro, algunos incluso sugirieron que Rusia estaría realizando un experimento a gran escala con su población, que no sería seguro. La Sputnik V empezó estudios hace menos de dos meses y solo ha pasado las fases 1 y 2 de pruebas.

La fase 3 aún no inicia y, según los protocolos, se trata de la más amplia. En ella participan decenas de miles de voluntarios. Dicha fase es considerada como un mecanismo de control de la seguridad y la eficacia de la sustancia, y es un requisito exigido por los órganos que regulan los medicamentos a nivel mundial.

Los expertos explican que sin la fase 3, es casi imposible determinar los efectos secundarios que tendría el medicamento y que, aunque no es común, podrían dejar secuelas a largo plazo.

El doctor Amesh Adalja, integrante del Centro de Seguridad Pública de la Universidad Johns Hopkins, destacó que *"hay un riesgo en hacer esto antes de que sepamos qué tan segura y efectiva es esta vacuna porque ahora estamos en una carrera global. No solo tenemos que preocuparnos de hacer algo seguro y efectivo sino también de crear confianza en el público para que quiera aplicársela y, si algo sale mal, será un revés para todos. Así que, si algo pasa con esta experiencia rusa, en términos de seguridad o de que no sea tan efectiva como podría ser, eso creará un estigma sobre todas las otras vacunas y hará que el público esté mucho más prevenido"*.

Por su parte, la Organización Mundial de la Salud informó que aún no ha recibido la información o los resultados de cómo actúa el fármaco, por lo que no puede dar su aprobación para ser comercializada.

A pesar de que algunos países mostraron su apoyo a la vacuna, autoridades de Alemania y Estados Unidos la criticaron abiertamente.

“Tener una vacuna y probar que es segura y efectiva son cosas diferentes. En Estados Unidos tenemos más de media docena de vacunas y si quisiéramos afectar a mucha gente o darles algo que no funciona, podríamos empezar a hacer esto la próxima semana. Pero así no es como funciona. No he escuchado ninguna evidencia que me haga sentir que este es el caso. Espero que los rusos realmente hayan probado que su vacuna es segura y eficiente, pero dudo seriamente que lo hayan hecho”, destacó el doctor Anthony Fauci, director del Instituto Nacional de Alergias y Enfermedades Contagiosas de Estados Unidos.

1. Indique de qué manera se puede justificar o refutar el argumento del Doctor Amesh Adalja.

2. ¿Considera que el doctor Anthony Fauci presenta evidencias suficientes para apoyar sus argumentos? ¿Por qué?

3. ¿Considera que el Doctor Amesh Adalja presenta evidencias suficientes para apoyar sus argumentos? ¿Por qué?

Parte II.

A partir de la nota, el audio de la entrevista y el protocolo del tratamiento con plasma de Convaleciente que se explica en la imagen, responda a las preguntas 4 y 5. Puede ingresar al audio de la entrevista en el siguiente enlace: <https://www.france24.com/es/20200612estudian-prometedora-terapia-para-tratar-el-covid-19>

PLAN CON PLASMA, LA SEGUNDA FASE

La apuesta por un tratamiento contra el COVID -19 en Bogotá

21 ago. 2020 - 10:13 p. m. Por: Felipe García Altamar - fgarcia@elespectador.com

El Distrito quiere demostrar que es más efectivo el **plasma** que el tratamiento convencional, mientras contempla la idea de pujar por la producción de una vacuna. Expertos dicen que, sin más inversión y sin trabajo conjunto, eso es una utopía.

[...] **El tratamiento, en detalle**

Primero es necesario hablar de los pasos que ha dado la capital para demostrar que el tratamiento con plasma, a pesar de las dudas que existen en todo el mundo, es la vía más corta para empezar a aplacar los efectos del coronavirus. El proyecto es adelantado por el Instituto de Ciencia, Biotecnología e Innovación en Salud de Bogotá (Idcbis) y su fase piloto se hizo con 10 pacientes, de los cuales ocho se recuperaron.

“Los enfermos que han estado hospitalizados desarrollan gran inmunidad con la formación de anticuerpos, los cuales vamos a tomar en un procedimiento llamado plasmaféresis, con el que se extrae de la sangre el plasma que se transfunde a pacientes severos, con el propósito de evitar que avancen hacia un cuadro más crítico de COVID-19”, explicó Bernardo Camacho, director del Idcbis.

La segunda fase será un estudio más riguroso, con 45 pacientes, que se tratarán en dos clínicas de Bogotá y una de Medellín. Ese grupo se va a comparar con otro de 45 pacientes que recibirán tratamientos convencionales. A los 90 se les harán mediciones en los días 1, 2, 4, 7, 14 y 28 de su enfermedad, y la idea es que en un mes y medio estén listos los resultados.

“Con mediciones químicas, inmunológicas, hematológicas y de imágenes diagnósticas queremos demostrar nuestra hipótesis. Al finalizar el estudio podremos demostrar con evidencia científica si el plasma es eficaz, como hemos encontrado hasta ahora”, agregó

Camacho sobre esta etapa, para la que requieren evaluar a mínimo 100 personas que hayan sido hospitalizadas por COVID-19.

Los avances del proceso son aplaudidos por expertos que, no obstante, piden esperar resultados más amplios. Luis Jorge Hernández, PhD y coordinador de salud pública en la U. de los Andes, resaltó que, si bien “el uso de plasma de convalecientes va por buen camino, faltan evidencias concluyentes”. Eso sí, aclara que esta es apenas una de las cinco prioridades en investigación sobre coronavirus, a la que se sumarían la búsqueda de vacunas, avances en investigación epidemiológica, mejorar el rastreo, investigación de anticuerpos y modelos de atención [...]

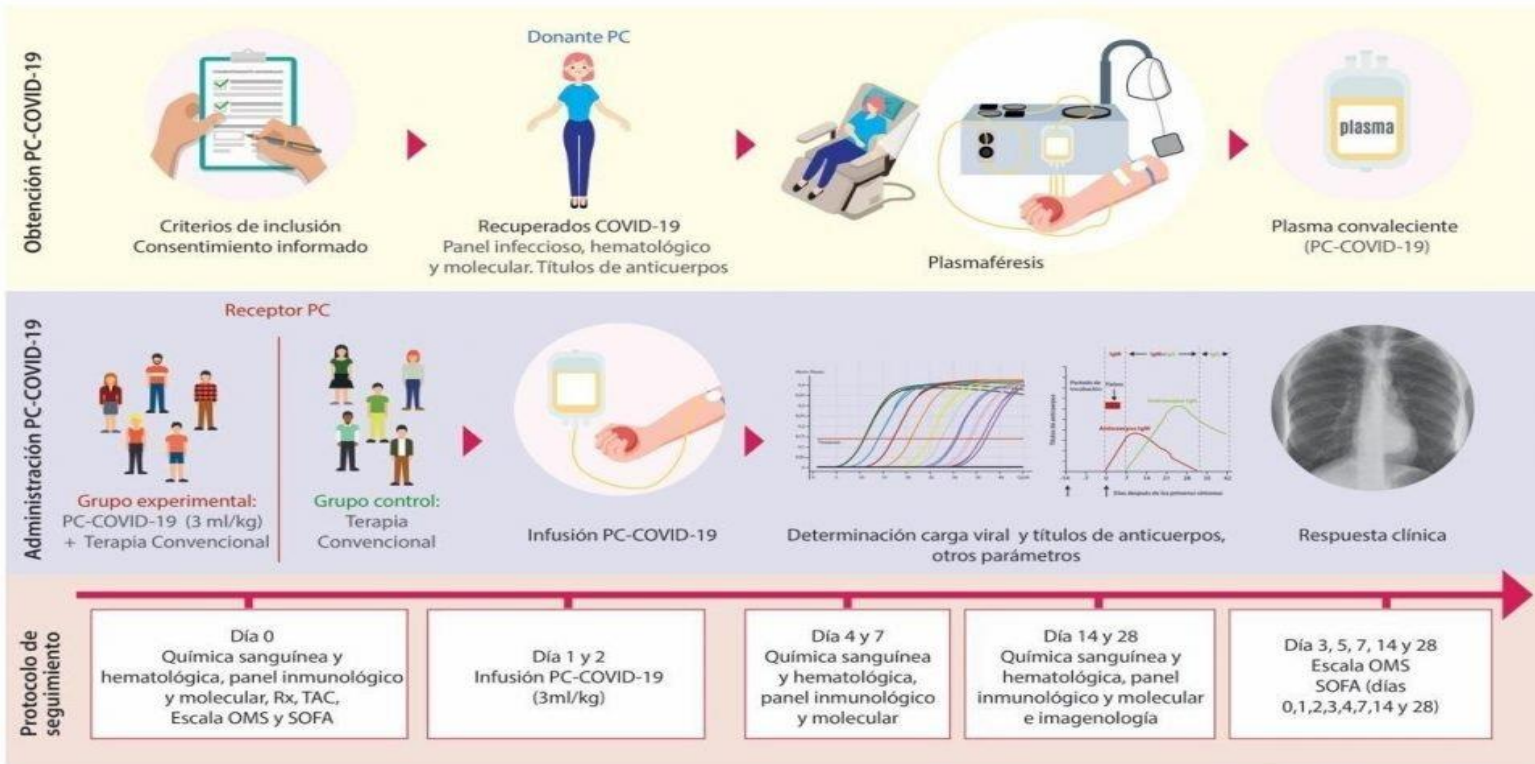
En el siguiente enlace se puede acceder a la entrevista realizada por Valentina T. Sánchez de FRANCE 24, realizada al doctor **Juan Manuel Anaya**, investigador principal del estudio en Colombia.

<https://www.france24.com/es/20200612-estudian-prometedora-terapia-para-tratar-el-covid-19>

Observe con detenimiento los protocolos de la fase 2 del tratamiento de plasma para pacientes con Covid-19 en la siguiente imagen.

Estudio PC-COVID-19: Plasma de Convalecencia para Pacientes con COVID-19

FASE II: Ensayo clínico grupo control y experimental n: 90



<https://consultorsalud.com/estudio-de-plasma-de-convaleciente-en-colombia/>

4. ¿En el caso hipotético de ser un paciente con Covid- 19 que se encuentre hospitalizado, estaría dispuesto a participar de la terapia con el plasma de convalecencia? Si ___ No ___ ¿Por qué?

5. Partiendo de la información suministrada en la nota, de los argumentos que presentan los científicos en el audio de la entrevista y los protocolos que se muestran en la gráfica, ¿Considera que la terapia podría resultar una alternativa confiable? Si ___ No ___ ¿Por qué?

Apéndice D

Corresponde al libro de códigos (Nodos/Categorías a priori y emergentes a partir del ATD)

Nombre (categorías)	Sigla	Descripción	Archivos	Referencias
ANALISIS Y TOMA DE DECISIONES CSC	ANTDC-CSC	Categoría que agrupa las HRI, los TRI y las CPC involucrados en los textos argumentativos producidos por los estudiantes.	5	1414
HABILIDADES DE RAZONAMIENTO INFORMAL	HRI	Son aquellas destrezas y procesos particulares que están implicados en el análisis, evaluación y construcción de argumentos. De tal manera que para que se logre un razonamiento efectivo, es necesario que el individuo desarrolle varias categorías de habilidades y conocimientos que incluyen habilidades analíticas, evaluativas, constructivas además del conocimiento del tema.	4	1028
Analíticas	AN	El estudiante distingue la conclusión (reclamaciones), datos (pruebas), justificaciones y conocimiento de base en los razonamientos.	4	415
Conclusión	C	Es la afirmación, tesis, reclamación o posición que se pretende defender.	4	91
Justificación	J	Es el elemento que relaciona la conclusión con la razón (pruebas).	4	64
Razones	R	Son los datos, pruebas o motivos que apoyan a la conclusión.	4	223
Constructivas	CONS	El estudiante tiene la capacidad para identificar y/o generar, integrar y organizar líneas de argumentación en ambos lados de la cuestión. Lo que implica declarar y calificar las reclamaciones, aportar el	4	180

		soporte adecuado para esas reclamaciones y señalar las limitaciones de la posición.		
Califica reclamaciones	CR	Establece el grado de certeza de la conclusión. Puede emplear frases como probablemente, posiblemente, posible, imposible, necesario, in necesario, según parece, etc.	4	21
Conocimiento básico	CB	El estudiante acude a conocimiento teórico o empírico que respalda la justificación para darle mayor fuerza a la conclusión.	4	65
Declara reclamaciones	DREC	Establece relaciones entre los elementos básicos de un razonamiento: Datos; justificaciones, entonces C (D; J entonces C).	4	72
Señala limitaciones a la posición	SLP	Si presenta situaciones que limitan o impiden que ocurra la situación o que interfiera con la posición.	4	22
Juzgar la credibilidad de fuentes	JCCF	Toma en consideración quién y de donde se obtiene la información que respalda a la conclusión.	4	127
Autoridad que emite	AUE	Tiene en cuenta si quien emite es un experto, una asociación, un comité científico o una persona informal.	4	20
Medio de publicación	MP	Si la información se obtuvo de una revista científica, entrevistas, blogs, web, periódico, etc.	4	15
Respaldo científico		El estudiante se apoya en investigaciones o reportes emitidos por la comunidad científica	4	103
Evaluativas	EV	El estudiante conoce y aplica los criterios requeridos para juzgar la calidad de los argumentos. En este sentido, los estudiantes determinan si: las reclamaciones son claras y los motivos son relevantes y	4	306

		suficientes para respaldarlas; las garantías son relevantes y adecuadamente respaldadas; las conclusiones expuestas consideran las posibles excepciones		
Justificaciones relevantes y respaldadas	JRS	Si la justificación es relevante y suficientemente respaldada para validar el paso de los datos a la conclusión.	4	56
Razones relevantes y suficientes	RRS	Si los datos o pruebas que se presentan son relevantes y suficientes para apoyar la conclusión.	4	165
Reclama claras	RC	Si el estudiante establece relación entre los datos o pruebas y la conclusión a través de la justificación.	4	61
Refutaciones	REF	Cuestiona las pruebas o datos aportados a favor de la conclusión (postura opuesta)	4	23
TIPOS DE RAZONAMIENTO INFORMAL	TRI	Son categorías de razonamiento que se emplean para analizar una CSC Pueden ser de autoridad, económicos, políticos, sociales y ambientales.	4	385
Autoridad	AU	Razonamientos que involucran un apoyo de autoridades, puede ser de tipo teórico o experimental.	4	87
Experimentales	EXP	El razonador acude a experiencias de carácter procedimental justificadas teóricamente.	4	37
Teóricas	TE	El estudiante se apoya en el uso de conocimiento disciplinar que está involucrado en el tema sobre el cual se argumenta.	4	50
De pros y contras (emerg)	PYC	Analiza factores a favor y en contra en el razonamiento que se realiza.	2	5
Económicos y políticos	ECyPOL	El estudiante considera aspectos políticos y/o económicos	4	81

Incertidumbre (emerg)	INC	Cuando no se sabe lo que puede suceder por la ocurrencia de un evento.	2	14
Personales	PER	Puede ser de aspectos intuitivos, de aspectos morales y religiosos y de aspectos experienciales individuales.	4	71
Éticos	ET	Los puntos de vista del razonador contemplan principios morales relacionados con normas de conducta (éticas)	4	24
Experienciales individuales	EXPIND	El razonador hace uso de anécdotas o experiencias que sustentan los razonamientos.	2	23
Intuitivos	INT	El razonador brinda respuestas inmediatas que suponen alguna opinión y pueden estar acompañada de la palabra "puede ser"	4	24
Persuasión (emerg)	PERSU	Se basa en la presentación de elementos para lograr persuadir a otro o a otros sobre algún aspecto.	2	2
Precaución (emerg)	PRE	Cuando existe alta probabilidad de ocurrencia de un riesgo o es una situación que se debe evitar.	1	8
Probabilidad (emerg)	PB	Tiene en cuenta las posibilidades de la ocurrencia de un evento	2	30
Sociales y ambientales	SOCAM	El razonador involucra aspectos relacionados con el bienestar de la sociedad y el ambiente.	4	87
COMPETENCIAS DE PC (emerg)	CPC	Muestra las competencias identificadas en los argumentos de los estudiantes al juzgar la calidad de los argumentos y al tomar decisiones	2	0
COMPETENCIA-PC-1 (emerg)	CPC-1	Entender la ciencia como actividad humana donde se establecen sinnúmero de relaciones con la tecnología, la sociedad y el ambiente. Tener en cuenta la existencia de	2	10

		controversias sociales (problemáticas socio-científicas) con sus bases en nociones científicas		
COMPETENCIA-PC-2 (emerg)	CPC-2	Mantenerse informado sobre el tema sin limitarse al discurso dominante conociendo diferentes posturas y cuestionado la validez de los argumentos, rechazar conclusiones que no estén basadas en pruebas, identificar falacias argumentativas, evaluar la credibilidad de las fuentes considerando los intereses subyacentes y crear argumentaciones sólidas.	2	9
COMPETENCIA-PC-3 (emerg)	CPC-3	Estudiar el problema sociocientífico integralmente, en su complejidad, de tal manera que se tomen en cuenta las diferentes dimensiones (científicas, técnicas, éticas, culturales, filosóficas, sociales, económicas, ambientales, entre otras).	2	11
COMPETENCIA-PC-4 (emerg)	CPC-4	Valorar y elaborar juicios éticos en torno a la CSC considerando la contribución de estos a la satisfacción de las necesidades de la humanidad y a la solución de los problemas globales.	2	3
COMPETENCIA-PC-5 (emerg)	CPC-5	Construir adecuadamente planteamientos y conclusiones sustentados que orienten la toma de decisiones fundamentadas, a promover acciones en pro de la calidad de vida y de la transformación de su realidad de tal forma que se solucionen las diversas situaciones tanto a nivel personal, familiar como laboral (a futuro).	2	6

INDAGACIÓN RI y PC	INDRIPC	Presenta las concepciones que tiene los estudiantes sobre razonamiento informal y pensamiento crítico; relaciones que encuentran entre estos dos conceptos y los aportes que han recibido en su proceso educativo.	1	0
Aporte de la educación al R y PC	AERPC	El estudiante manifiesta si el proceso educativo ha aportado a su R y PC.	1	0
El R se desarrolla con la edad (emerg)	RDE	El razonamiento se va desarrollando en la medida que se avanza con la edad y con la escolaridad	1	3
Propicia espacios para la autonomía (emerg)	PEA	Se propician espacios para reflexión, análisis, debates y negociación.	1	9
Respuesta fuera de contexto (emerg)	RFCON	Las respuestas están fuera de contexto.	1	3
Áreas que aportan al PC	AAPC	Indica los campos de conocimiento que han aportado al PC	1	0
Artes	ART	Indica si el área de artes ha aportado a su PC durante su proceso educativo	1	3
Ciencias naturales	CN	Indica si el área de Naturales ha aportado a su PC durante su proceso educativo	1	12
Educación física	EDF	Indica si el área de educación física ha aportado a su PC durante su proceso educativo	1	3
Español	ES	Indica si las áreas de español han aportado a su PC durante su proceso educativo	1	11
Ética	ET	Indica si el área de ética ha aportado a su PC durante su proceso educativo	1	7
Inglés	ING	Indica si el área de inglés ha aportado a su PC durante su proceso educativo	1	3
Matemático	MAT	Indica si el área de matemáticas ha aportado a su PC durante su proceso educativo.	1	9

Religión	REL	Indica si el área de religión ha aportado a su PC durante su proceso educativo	1	6
Sociales	SOC	Indica si el área de sociales ha aportado a su PC durante su proceso educativo	1	8
Tecnología	TEC	Indica si el área de tecnología ha aportado a su PC durante su proceso educativo	1	3
Definición de pensamiento crítico	DPC	Presenta las concepciones que tiene sobre PC	1	0
Análisis detallado (emerg)	AD	Define el PC como el análisis detallado de algo.	1	5
Pensar de forma objetiva (emerg)	POB	Concibe el PC como una forma de pensar objetivamente sin involucrar emociones.	1	2
Poner en duda algo (emerg)	PED	Relaciona el PC con la capacidad de poner en duda algo.	1	3
Tener buenos argumentos (emerg)	TBAR	Concibe el PC con la capacidad de tener buenos argumentos.	1	1
Tener diferentes ideas sobre algo (emerg)	TDID	El PC es tener ideas sobre algo.	1	1
Definición razonamiento	DRA	presenta la concepción sobre razonamiento.	1	0
Autorreflexión (emerg)	AR	Relaciona el Razonamiento con acciones de autorreflexión sobre una situación en particular.	1	6
Capacidad para analizar y resolver problemas (emerg)	CARP	Concibe el razonamiento con la capacidad para analizar y/o resolver una problemática.	1	3
pensar lógicamente (emerg)	PLOG	Relaciona el PC con pensar lógicamente o concretamente	1	2
Respuesta Inválida	RIN	Respuestas copiadas de internet	1	3
Relaciones R y PC	RRPC	Indica si hay relaciones entre RI y PC	2	0
Contradictorios (emerg)	CON	El razonamiento tiene una función y el PC la función contraria, por ejemplo, El PC nos hace dudar de hechos y el razonamiento nos permite estar seguros	1	1
Formas de pensar para resolver algo (emerg)	FPRA	Ambas son formas de pensar que llevan a resolver una situación.	1	3

Fuera del contexto a lo preguntado (emerg)	FCON	La respuesta está fuera de contexto y no aporta para el análisis.	1	5
Razonamiento implícito en PC (emerg)	RIMPC	Considera que el razonamiento está implícito en el PC	1	5
Usos del razonamiento	UR	Indica en qué situaciones ha requerido del razonamiento	1	0
Comprender el mundo (emerg)	CM	Cuando razona para comprender lo que ocurre en el mundo	1	1
Problemas familiares (emerg)	PFAM	En situaciones relacionadas con acontecimientos familiares.	1	3
Situaciones académicas (emerg)	SAC	Cuando ha requerido razonar ante situaciones académicas.	1	13
Toma de decisiones y resolución de problemas (emerg)	TDRP	Cuando ha requerido razonar para tomar decisiones y resolución de problemas	1	9

Fuente: Nvivo proyecto aportes del RI al PC al abordar CSC en las clases de CN

Apéndice E

Corresponde a los resultados de la fase de indagación sobre razonamiento y pensamiento crítico

Categoría a priori	Categoría emergente	%
Definición de razonamiento	Autorreflexión	33
	Capacidad para analizar y/o resolver problemas	20
	Comprender algo	13
	Pensar con lógica	13
	Fuera de contexto	21
Definición de pensamiento crítico	Pensar de forma objetiva sin involucrar las emociones	13
	Análisis detallado de algo	40
	Poner en duda algo	27
	Tener buenos argumentos	13
	Tener diferentes ideas sobre algo	7
Relación entre razonamiento y PC	Ambas son formas de pensar que llevan a resolver una situación	20
	El razonamiento está implícito en el pensamiento crítico	40
	El pensamiento crítico nos hace dudar de hechos y el razonamiento nos permite estar seguros	7
	No sabe/No responde a lo preguntado	33
	Se propician espacios de reflexión, análisis, debates y negociación	53
Aportes de la educación al PC	El razonamiento se va desarrollando en la medida que se avanza con la escolaridad	20
	Por pereza no realizo esos ejercicios	7
	La respuesta no es acorde con lo que se pregunta	20
Áreas que aportan al PC	Ciencias sociales	9
	Religión	3
	Ética	3
	Inglés	5
	Español	19
	Ciencias naturales	16
	Tecnología	3
	Matemáticas	18
	Educación física	3
	Artes	3
	Todas las áreas	5
	La mayoría de las áreas	2
	Desarrollo Humano	2
Proyecto Hermes	2	
Orientación Escolar	2	
Respuesta fuera de contexto	5	

Uso del razonamiento	Situaciones familiares	10
	Situaciones académicas	40
	Toma de decisiones	30
	Resolución de problemas	17
	Entender el mundo	3

Fuente: A partir de Nvivo proyecto aportes del RI al PC al abordar CSC en las clases de CN

Apéndice F¹⁷

Análisis del Razonamiento Informal Involucrado al Abordar Cuestiones

Sociocientíficas en las Clases de Ciencias Naturales

En este Apéndice se presenta el análisis de los datos obtenidos durante la fase de intervención en el aula correspondiente a las actividades del momento “*Aplico lo aprendido*” de las secuencias didácticas y que no se dejaron dentro del cuerpo del trabajo por su extensión.

La primera sección corresponde a los hallazgos relacionados con el TRI y las HRI que pusieron en juego los estudiantes al realizar tres acciones de pensamiento: Juzgar la calidad de los argumentos, tomar decisiones y debatir al abordar temas controvertidos relacionados con la C&T en las clases de ciencias naturales.

En la segunda sección se presentan las relaciones que se lograron identificar entre el razonamiento informal, las cuestiones sociocientíficas y el pensamiento crítico de los estudiantes. En este apartado se aborda la tercera pregunta de investigación correspondiente a indagar sobre las implicaciones educativas del razonamiento informal vinculado en el análisis de CSC en la promoción del pensamiento crítico de los estudiantes de grado noveno de educación secundaria en las clases de ciencias naturales, estableciendo relaciones entre este razonamiento, las CSC y el PC.

Tipo de Razonamiento Informal en el Abordaje de Cuestiones Sociocientíficas

En esta primera sección se presenta los resultados obtenidos al someter a ATD el corpus de la investigación para las categorías a priori (Apéndice D) correspondientes a las tres acciones de pensamiento indicadas anteriormente.

Razonamiento Involucrado para Juzgar la Calidad de los Argumentos frente a CSC. La identificación del RI vinculado para juzgar la calidad de los argumentos se realizó a partir de dos

¹⁷ Deriva del capítulo 5 de análisis de resultados. Por su extensión se decide dejarlo como apéndice y llevar apartados al cuerpo del documento para sustentar los correspondientes análisis.

fuentes de datos correspondientes a la caracterización y a las secuencias didácticas que se describen a continuación.

Caracterización del RI. Se utilizó un espacio periodístico de C&T de France 24 titulado: ¿Por qué ha causado tanta polémica la vacuna rusa contra el Covid-19? (Apéndice C, parte I) se pidió a los estudiantes que indicaran de qué manera podían justificar o refutar el argumento del doctor Amesh Adalja.

La tabla 28 muestra que para juzgar la calidad de los argumentos los estudiantes involucraron en orden de frecuencia sus razonamientos así: razones de autoridad > sociales y ambientales > económicos y políticos > precaución > probabilidad > personales > incertidumbre, persuasión.

Las razones de autoridad correspondieron a fuentes teóricas y fuentes experimentales (54%). Algunas de ellas se pueden identificar en las siguientes respuestas:

NC: [...] esta vacuna no es segura sin que se realice una fase 3 de los experimentos [...]

JS: [...] la (OMS) no ha recibido ningún tipo de evidencias ante la vacuna de Rusia [...]

AC: [...] si se intenta distribuir una vacuna sin las pruebas requeridas puede causar desconfianza en la población y no la tomarían, aunque si funcionase [...]

Los razonamientos emitidos en esta categoría incluyen aspectos que dan cuenta del trabajo científico, de sus bases teóricas y de la autoridad que los avala, como es el caso de la OMS. Estos aspectos se deben tener en cuenta para la construcción de argumentos válidos ya que en ellos radica su solidez y calidad.

Referente a los razonamientos sociales y ambientales; de precaución y de probabilidad con el 46%, 31% y 23% respectivamente, las respuestas de los estudiantes se basaron principalmente en la afectación a la salud o al ambiente a causa del posible uso de una vacuna que aún no cumplía

con las tres etapas de prueba que exige la OMS y que a consideración de los estudiantes -en el caso hipotético de ser distribuida y aplicada a la población- puede poner en riesgo su salud y su vida como se puede evidenciar en algunas de sus respuestas:

JB: [...] existe un riesgo sin saber si la vacuna es efectiva o no, porque no se puede inyectar a las personas con cualquier vacuna que hagan cuando no ha sido probada y efectiva para la cura;

DC: [...] es peligroso porque esto se tratará a nivel mundial y si falla una vacuna se causarán grandes pérdidas y desconfianza por parte del público.

DR: [...] hay que tener mucho cuidado a la hora de elaborar la vacuna ya que si no está bien elaborada mucha gente puede morir pensando que lo va a ayudar a deshacerse del Covid.

Para estos tipos de razonamiento los estudiantes tomaron en consideración la afectación a la salud y bienestar de los seres humanos que podrían estar expuestos en caso de que la vacuna contra la Covid-19 no fuese segura.

En cuanto a los razonamientos económicos y políticos, por ejemplo, *SC: [...] es una carrera global, algo que convertirá el país donde proviene la vacuna como una potencia mundial.* Y *GC: [...] el uso de una vacuna que no es 100% segura y efectiva sobre la población es un riesgo que el país que la produce en este caso Rusia no debería tomar.* Los estudiantes muestran en sus razonamientos aspectos de índole económico y político que, si no se toman en cuenta por los países productores de la vacuna, si tendrían algún impacto, no solo en estos ámbitos sino en el bienestar de la sociedad.

En los razonamientos personales, donde se privilegiaron los éticos con un 31%. Por ejemplo, en la respuesta de *JP: [...] la mayoría de la población se da cuenta de la carrera política y económica por sacar esta vacuna algo que pone en duda a la población de una*

vacuna tan efectiva en tan poco tiempo [...]. Se presenta un razonamiento se pone en duda la honestidad de las personas que elaboran la vacuna, en este caso Rusia que no ha presentado pruebas de que las suya cumpla con las etapas requeridas. Este aspecto es considerado primordial como se pudo observar en los razonamientos clasificados para esta categoría.

Respecto a los razonamientos de incertidumbre el 8% de los estudiantes evidenciaron en sus respuestas, sentimientos de no saber que podría ocurrir respecto a la efectividad de la vacuna. Por ejemplo, *LS: [...] no se sabe mucho de qué tan eficaz podría llegar a ser esta vacuna.*

Secuencias Didácticas. Para esta acción los datos fueron obtenidos a partir del análisis de la noticia publicada por la BBC News Mundo: Coronavirus en China: por qué las autoridades de Pekín culpan al salmón del nuevo brote de covid-19 (Apéndice I, Aplico lo aprendido de la secuencia didáctica 1). Se pidió a los estudiantes que realizaran la lectura e indicaran el tipo de RI que estaba presente en los argumentos que allí se exponen.

Los resultados que se presentan en la tabla 28 muestran que los razonamientos que presentaron mayor frecuencia fueron: económicos y políticos > sociales y ambientales > de autoridad > de probabilidad > incertidumbre > personales > de pros y contra.

Para el caso de los razonamientos económicos y políticos, de probabilidad y los de incertidumbre con una representación del 83%, 42% y 17% respectivamente, los estudiantes analizaron el impacto de las posibles consecuencias en la economía del país que exporta y de los países que importan el salmón; de igual manera la afectación en la salud, no solo de las personas que manipulan el salmón sino de los consumidores. Los siguientes ejemplos ilustran esta situación.

DR: [...] habla de las importaciones que se dejaron de hacer y seguramente esto afectaría a las personas que dependían directamente de esas exportaciones desde el país de origen del salmón, en este caso países europeos [...].

SC: [...] Esto puede llegar a afectar a todos los comerciantes que viven de ese comercio y empobrecerlos más, además de ponerlos en riesgo de contagio si son ellos los primeros en manipular el salmón que podría tener el virus [...]

DC: [...] Lo que sí creo es que con esta clase de publicaciones ponen en peligro no solo a los salmones, sino los ingresos de las familias que viven de este comercio.

SM: [...] pero lo que si pude leer en la noticia es que se está afectando mucho la economía de ese país y se puede poner en riesgo al salmón, porque la gente puede atentar contra su vida [...]

Los razonamientos de DR, SC y DC se centran en las pérdidas económicas que podrían sufrir los comerciantes y demás personas que viven del salmón, ya sea los que lo exportan o los que lo comercializan en los países importadores; de otro lado, DC y SM enfatizan en la seguridad de los salmones si son culpados de portar el virus, lo que los pone en evidente peligro.

En los razonamientos de autoridad el 58% correspondió a fuentes teóricas y el 75% a fuentes experimentales. Los estudiantes apoyaron sus razonamientos con información relevante derivada del trabajo científico como se evidencia en algunas de sus respuestas:

LA: [...] no hay evidencias científicas que digan que sí, que el salmón esté contaminado o tenga algo que ver con la Covid-19.

SC: [...] el epidemiólogo Wu Zunyou, dice que el virus, posiblemente había llegado junto con el pescado desde el exterior, o sea en las importaciones.

DC: [...] porque no hay evidencia científica que diga si el Sars-CoV-2 pueda infectar animales acuáticos [...]

GC: [...] Si el virus fue encontrado en las tablas que usan los vendedores para cortar el salmón, eso quiere decir que si hubo experimentos para poder afirmar esto. [...]

DG: [...] es difícil porque como dice el experto el virus si puede sobrevivir en cadenas de frío por lo menos durante tres meses como ya se ha comprobado con otros virus [...]

El razonamiento de LA y DC ponen de manifiesto la importancia de evidencia científica para poder hacer afirmaciones como las presentadas en la nota sobre la responsabilidad del salmón con la propagación del virus. En tanto que los razonamientos de GC y DG se enfatiza en las evidencias experimentales que puedan respaldar las afirmaciones sobre el salmón. Por su parte SC le da validez a la afirmación porque tiene el respaldo de una autoridad científica, en este caso un epidemiólogo.

Los razonamientos sociales y ambientales mostraron que el 67% de las respuestas consideraron diferentes situaciones que impactan de una u otra forma el ámbito social o ambiental. Los siguientes razonamientos dan cuenta de esto.

JP: [...] si del mercado Xinfadi viene el 80% de los alimentos, y allí se vende el salmón que parece estar contaminado de Covid, se está poniendo en riesgo la salud y hasta la vida de ese mismo porcentaje de personas que lo consuman, sin contar a quienes ellos puedan contagiar de Covid-19 [...]

SC: [...] además de ponerlos en riesgo de contagio si son ellos los primeros en manipular el salmón que podría tener el virus, ya que este puede vivir como dos o tres meses en cadenas de frío, como dijo Wu.

En estos razonamientos se puso de manifiesto la seguridad de la salud de los comerciantes y de la población en general, aspecto que es característico en este tipo de razonamiento y que los estudiantes lo han tomado en cuenta para su postura frente al tema.

En cuanto a los razonamientos personales se privilegió los intuitivos (33%). Por ejemplo, la respuesta de SM [...] creo que son alarmistas con la noticia. Es un razonamiento intuitivo porque expresa una respuesta rápida que carece de análisis. En segundo lugar, los éticos (8%) con respuestas como la de AC: [...] *me pareció ético que muchos restaurantes y supermercados retiraran el salmón de su comercio antes que se los prohibieran [...]*, esta respuesta expresa un razonamiento ético donde la honestidad primó sobre el interés económico.

Finalmente, para el caso de los razonamientos de pros y contras, la respuesta de GC: [...] *Creo que la publicación de este periódico puede estar alertando la situación en caso de ser cierta, y por otro lado no, porque de no ser verdad afectaría a las personas que crean en la noticia.* Un aspecto a favor que resalta el estudiante es que de ser cierta la noticia lo que estaría haciendo el medio de publicación sería alertar a las personas para que tomen las medidas pertinentes y el aspecto en contra hace alusión a que de no ser cierta se vería afectada mucha gente, se podría asumir que principalmente a los comerciantes que viven de esta actividad.

Tipo de Razonamiento Informal Involucrado para la Toma de Decisiones. Se indagó en el corpus de la investigación derivado de la caracterización y de las secuencias didácticas, si las respuestas de los estudiantes involucraron los diferentes tipos de razonamiento propuestos en las categorías a priori y si surgieron nuevas (Apéndice D).

En la caracterización del RI. Para la acción de analizar la toma de decisiones de los estudiantes se valió de una entrevista realizada al director de la investigación que se adelantó en Colombia para aplicar la terapia PLASMA DE CONVALECENCIA- CODID- 19 y se complementó con una infografía de los protocolos de la terapia (Apéndice C, parte II) se pidió a los estudiantes que respondieran a la pregunta: ¿En el caso hipotético de ser un paciente con Covid- 19 que se

encuentre hospitalizado, estaría dispuesto a participar de la terapia con el plasma de convalecencia? Justifique su respuesta.

La frecuencia con que se involucraron los diferentes tipos de razonamiento (Tabla 28) fue: de autoridad > razones personales > de probabilidad > sociales y ambientales > de incertidumbre > de pros y contras.

Los datos que se muestran en la tabla 28 indican que para los razonamientos de autoridad el 54% de los estudiantes se apoyaron de manera implícita o explícita en fundamentos teóricos y experimentales como se muestra en los siguientes razonamientos:

SC: [...] no se ha demostrado que no haya secuelas en un futuro, ya que sus estudios son muy recientes.

DC: [...] los resultados de esto han demostrado que trae pocos efectos secundarios [...]

AC: [...] hasta ahora las pruebas han demostrado una mejoría en los pacientes en los que se aplica el plasma.

JB: [...] el tratamiento todavía no ha sido probado en ensayos clínicos rigurosos.

DR: [...] Solamente si estoy en caso muy grave de lo contrario dejaría que mi cuerpo se recupere.

Para los razonamientos de SC y DC, hacen referencia a fuentes experimentales de manera implícita porque, aunque no mencionan que se realizaron experimentos, si indican que no se ha demostrado las consecuencias de la terapia con plasma, que los resultados traen efectos secundarios y que los estudios son recientes. Para el caso de los razonamientos de AC y JB, mencionan que las pruebas han demostrado mejoría y que el tratamiento no ha sido probado en ensayos clínicos, son ejemplos de fuente experimental presente de manera explícita. Finalmente, el razonamiento de DR que se refiere a la respuesta del sistema inmunológico natural del cuerpo es un ejemplo de fuente teórica.

En las razones personales en el 46% de las respuestas se privilegió los razonamientos de experiencia individual, el 23% las razones intuitivas y el 8% las éticas. Algunos ejemplos se presentan a continuación:

DC: [...] tendría que ver en qué estado tan crítico me encuentro para probar esto.

LS: [...] la verdad solo tomaría esta terapia como opción alterna, pero no como opción definitiva.

NC: [...] no tendría mucha confianza ni me sentiría muy seguro de lo que estoy haciendo.

DG: [...] yo estaría dispuesta a que me brinden un tratamiento de este tipo con la finalidad de mejorarme [...]

Las respuestas de los estudiantes DC, LS, NC y DG dejan ver que en sus razonamientos involucran solo aspectos de carácter personal.

La respuesta de JS: *[...] deberían presentar la eficacia y los riesgos ya que ellos pueden decir que es un porcentaje no tan alto de secuelas, que no es nada de preocuparse [...]*, corresponde a un razonamiento de tipo ético cuando afirma :*“ellos pueden decir que es un porcentaje no tan alto de secuelas, que no es nada de qué preocuparse”* enviando un mensaje de tranquilidad a la población cuando aún no han presentado resultados de su eficacia, lo cual se puede interpretar como un engaño para la ciudadanía y que podría llegar a ser determinante al momento de tomar una decisión frente a la terapia.

En las razones sociales y ambientales el 31% de las respuestas de los estudiantes muestran aspectos que impactan de una u otra manera a la sociedad o a la vida de las personas.

Por ejemplo:

JB: [...] varias personas han hecho esa prueba y se han recuperado, sin embargo, el tratamiento todavía no ha sido probado en ensayos clínicos rigurosos.

JS: [...] sin pruebas o evidencia de esto la gente desconfiaría mucho de este método.

En el caso del razonamiento de JB, él manifiesta de manera implícita que los ensayos deben ser rigurosos para que la población sienta confianza de someterse a la terapia. En el caso de JS la confianza por parte de la población se enuncia de manera explícita.

Respecto a las razones de probabilidad el 38% de los estudiantes mostró en sus respuestas expresiones que dieron a entender la intención de participar de la terapia bajo ciertas condiciones como se muestra en la respuesta de DG: [...] *Tal vez si porque, aunque no hay evidencias científicas congruentes de que el tratamiento con plasma convaleciente suministrado a las personas con Covid pero que sin embargo la gran mayoría de los tratamientos han sido positivos* [...] DG. Con la expresión de “tal vez si” y con la justificación que ofrece dio a entender que hay una alta probabilidad de participar de la terapia, pese a la falta de evidencia científica.

En las razones de incertidumbre el 23% de los estudiantes expresó sentimientos de no saber que puede ocurrir con la aplicación de la terapia en caso de ser pacientes hospitalizados que se encuentren en estado grave. Es el caso de SM quien manifestó que no participaría de la terapia, aludiendo las siguientes razones: *porque dejaría segundas secuelas, también no sé qué enfermedad quizás deje el plasma o que me deje a mí.*

Este razonamiento deja entrever la incertidumbre de no saber que puede ocurrir si se somete a la terapia.

Secuencias Didácticas. Para identificar los razonamientos involucrados en la toma de decisiones se empleó la noticia: “*La OPS insta a los países a planificar en forma temprana la vacunación para Covid- 19 con el fin de reducir muertes*”. (Apéndice I, aplico lo aprendido de la secuencia didáctica 2, numeral 3). Se pidió a los estudiantes que teniendo en cuenta la recomendación de la directora de la OPS, llegado el momento y si la vacuna no fuera obligatoria, indicaran si estarían dispuestos a vacunarse contra la Covid-19 y ¿Por qué?

Los datos que suministra la tabla 28 permitieron identificar que la frecuencia con que se presentaron los tipos de razonamiento correspondió a: de autoridad > personales > sociales y ambientales > de incertidumbre > de probabilidad > económicos y políticos.

Respecto a los razonamientos de autoridad presentes en las respuestas de los estudiantes, el 53% correspondió a fuentes teóricas y el 47% a fuentes experimentales donde los razonamientos se apoyaron en bases científicas relacionadas con las vacunas contra la Covid-19. Algunos de estos razonamientos se presentan a continuación:

JP: No me pondría la vacuna tan rápidamente ya que en muy poco tiempo descubrieron el mapa genético del virus, algo que puede tardar hasta años [...]

SC: [...] yo sí me aplicaría la vacuna contra la Covid-19. Considero y valoro el trabajo del personal científico y médico para hallar la vacuna, la aplicación de la vacuna genera una baja probabilidad de que las consecuencias de este virus lleguen hasta la muerte [...]

DG: He llegado a la conclusión de que si me pondría la vacuna contra el covid-19 sin la necesidad de que sea obligatoria, pero tendría que informarme más acerca del tema porque es una vacuna que ha generado demasiada controversia a nivel global. [...] Está comprobado que para algunas enfermedades para las que existen vacunas, estas cuentan con una eficacia de un 90-95% para lograr detener la propagación de las enfermedades, y sería igual para el virus de la Covid-19 [...]

El razonamiento de JP hizo alusión al descubrimiento del genoma viral en tanto que el de GC se refirió a la respuesta inmune frente al ataque de los virus. Por su parte DG hizo referencia a la creación de las vacunas. Los tres razonamientos tienen en común las investigaciones científicas que son la base de las fuentes teóricas y experimentales que constituyen los razonamientos de autoridad.

En cuanto a los razonamientos personales, el 73% de los estudiantes centró sus respuestas en las experiencias individuales, el 18% en razonamientos intuitivos y el 9% en razones éticas. Por ejemplo:

LS: Si la vacuna contra la covid-19 no fuera obligatoria yo no me la aplicaría, porque a pesar de que garantiza la reducción en el número de contagios, no estoy segura de que esta vacuna sea realmente lo que se espera [...], [...] prefiero esperar lo suficiente y luego decidir cuál sería el camino correcto [...]

LA: [...] también me la aplicaría porque quiero poder reunirme con mi familia, con mis amigos, poder volver al colegio de forma presencial permanentemente, poder ir a un restaurante sin problemas, poder volver a hacer las actividades que solía hacer diariamente antes de que empezara todo esto.

En estos razonamientos las expresiones como “Yo me la pondría”, “no estoy segura”, “prefiero esperar” del razonamiento de LS y las expresiones de LA como “me la aplicaría”, “quiero poder...” muestran aspectos de carácter personal donde casi toda gira en torno al sujeto que razona, aspecto propio de este tipo de razonamiento.

En los razonamientos sociales y ambientales el 91% de las respuestas de los estudiantes involucró este tipo de razonamiento expresando situaciones relacionadas con la vacuna contra la Covid-19 donde el bienestar de la sociedad o la vida de los seres humanos cobran gran relevancia para la toma de decisiones frente a la posibilidad de vacunarse. Algunos ejemplos se presentan a continuación.

JS: En cierta medida creo que es beneficioso para nosotros los colombianos, que la vacuna tarde en llegar y se pueda comprobar que tan eficaz ha sido en otros países. Considerando esto y sabiendo que su propósito es que se logre la inmunidad colectiva, si me la pondría [...];

AC: [...] por mí no me lo pondría, pero soy consciente de que ponerse la vacuna sería lo mejor, ya que, aunque no salga mucho de mi casa, siento que no ponerse la vacuna se me hace un acto un tanto irresponsable por parte de la gente y es algo que todos o casi todos deberíamos de hacer [...]

Tanto el razonamiento de JS como el de AC manifiestan la necesidad de proteger la sociedad frente a la posibilidad de contagio con la Covid-19.

Los razonamientos de incertidumbre presentaron una frecuencia del 64%. Un ejemplo de este tipo de razonamiento es:

SM: Considero que tal vez por un lado porque pienso que todos los cuerpos y organismos son diferentes, la reacción que podría causar en otros cuerpos sería buena, pero en mi cuerpo podría causar una reacción muy diferente, pero si hay buenas reacciones en organismos parecidos al mío, quizás me pondría la vacuna [...]

En este razonamiento el estudiante emplea palabras como “podría...” o “tal vez...” con lo que manifiestan sentimientos de incertidumbre, de no saber que puede pasar ante una situación determinada, en este caso con los efectos de la vacuna contra la Covid-19

Para los razonamientos de probabilidad identificados en el 46% de respuestas como las de La y SC que se presentan a continuación:

LA: [...] todos sabemos que muy probablemente pasará mucho tiempo para que nuestra realidad vuelva a su normalidad [...]

En este razonamiento la expresión “muy probablemente” indica una alta posibilidad de la ocurrencia del evento.

SC: [...] la aplicación de la vacuna genera una baja probabilidad de que las consecuencias de este virus lleguen hasta la muerte [...]

En este razonamiento la expresión “baja probabilidad” indica que es poco posible un desenlace fatal gracias a la vacuna contra la Covid-19.

Respecto a los razonamientos de precaución, el 8% de las respuestas hicieron alusión a este razonamiento. Por ejemplo, *LS: [...] Tomaré las medidas necesarias de cuidado para evitar contagiarme y que yo pueda propagar el virus [...]*. En este razonamiento la expresión “tomaré las medidas” indica la precaución que puede tomar el individuo para evitar un contagio.

Tipo de Razonamiento Informal Involucrado al Debatir sobre CSC. En esta actividad se discutió sobre el uso de la hormona rBGH y su posible afectación a las vacas lecheras y a los consumidores de la leche derivada de estas vacas. Para preparar el debate se analizaron varios artículos científicos, noticias y documentales (Apéndice G) relacionados con el tema. Se pidió a los estudiantes tomar una posición frente a la controversia y prepararse para defenderla. Para esto ellos decidieron debatir mediante el juego de roles.

La tabla 28 muestra que la frecuencia de los razonamientos correspondió a: sociales y ambientales > económicos y políticos > personales > de probabilidad > de autoridad > de incertidumbre.

Respecto a los razonamientos sociales y ambientales el 100% de los estudiantes presentaron argumentos como:

SM: A las vacas les da mastitis y se les inflama las ubres y hace que bajen de peso; a los consumidores les da cáncer y les afecta el colon. cuando a las vacas les da mastitis les aplican un tipo de antibiótico que es un medicamento y eso puede traer consecuencias cuando tú vayas a consumir esa leche.

MG: las vacas tratadas con esta hormona padecen una serie de efectos secundarios como por ejemplo la más común es la mastitis que hace que la vaca tenga un dolor innecesario,

inflamación y secreción de pus en la ubre; también pierde peso y se vuelve estéril, al perder peso se hace más fácil el contagio de enfermedades.

DG: [...] hay científicos que están en desacuerdo con la utilización de la hormona, pues a pesar de que las investigaciones hechas por la ciencia en cuanto a la creación de esta les genera beneficios y reconocimientos por realizar estos avances tanto científicos como tecnológicos ya que pues el uso de esta hormona causa graves consecuencias en la salud de los bovinos inyectados con esta y pues adicionalmente también afecta la salud de las personas que consumen esa leche [...]

En sus argumentos los estudiantes resaltan la afectación de la hormona sobre la salud y bienestar de las vacas tratadas con la hormona y de los seres humanos consumidores de la leche proveniente de estas vacas. Para este tipo de razonamientos la reflexión se hace precisamente sobre estos tópicos, además del ambiental que no fue tomado en consideración por ninguno de los estudiantes participantes de esta investigación.

Frente a los razonamientos económicos y políticos el 93% de los estudiantes presentaron respuestas como las siguientes:

JP: Nuestros principales argumentos para estar en esa posición es que puede generar un alto desequilibrio económico en campesinos principiantes en el negocio; también genera más gastos que ingresos si se ven desde distintos puntos de vista y no es rentable aplicar esta dosis a los animales para sustentabilizarlos en un futuro por sus complicaciones médicas.

ER: [...] estoy a favor del uso de la hormona, primero porque pues ayuda bastante a la economía del país y segundo, pues ayuda a los ganaderos y empresarios que todos los días deben estar en el campo ordeñando, que deben estar pendiente de las vacas, de la comida,

*en cambio con esta hormona, pues los ayuda bastante, que no estén todo el día ordeñando
[...]*

GC: [...] dice que la hormona trae mayores ganancias para los ganaderos y productores, pero según lo que investigué dice que una vaca, digamos tratada con la hormona sólo tiene un año de vida útil en cambio uno no tratada con hormona tiene 3 años, digamos que si calculamos los datos una vaca tratada con la hormona produce 55 litros al día, mientras que una no tratada con la hormona produce 40 litros de leche al día, entonces si esto se multiplica por los años de vida útil que tiene la vaca que no tiene la hormona produciría más leche en mayor tiempo que la que tiene la hormona.

Las líneas de razonamiento que componen los argumentos emitidos por los estudiantes frente al uso de la hormona rBGH contienen más elementos de índole económico que político, donde analizan el impacto del uso de la hormona sobre los pequeños ganaderos y resaltan los beneficios para los grandes productores.

En cuanto a los razonamientos de probabilidad con una frecuencia de 57%, con respuestas como:

SM: a las vacas les da mastitis les aplican un tipo de antibiótico que es un medicamento y eso puede traer consecuencias cuando tú vayas a consumir esa leche.

JS [...] esto puede generar tipos de cáncer humano y poseen efectos biológicos sobre el peso corporal, el peso del hígado y la longitud de los huesos.

NC: pueden generar daños en la salud de la vaca tanto como en la del humano, en la mujer puede aumentar hasta 7 veces la probabilidad de contraer cáncer de mama y menopausia.

Las expresiones “puede traer consecuencias”, “puede generar” y “puede aumentar” dan cuenta de la posibilidad de que se presente alguna consecuencia grave con la aplicación de la rBGH, no solo en la vaca, sino en el consumidor.

Respecto a los razonamientos personales los estudiantes priorizaron los intuitivos con un 71% sobre los éticos con un 57% y sobre los de experiencias personales con un 36%. Por ejemplo: *DG: [...] siento que nosotros no somos terneros, así que no necesitamos todas las vitaminas y todo, digamos que los alimentos que nos da la leche, porque pues digamos somos humanos.* Al revisarlo a la luz del contexto en que se produjo, se puede observar que el razonador emitió una respuesta inmediata sin analizar ni organizar bien la idea que quería expresar respecto a que los bebés de los seres humanos tienen requerimientos nutricionales diferentes a los bebés de los bovinos, que era lo que se estaba discutiendo en el debate.

Frente a la pregunta que hace DG ¿Todas las leches, es decir, todas las marcas de leche tienen la marca que dice que tienen o no hormonas? A lo que DR responde: *la mayoría de ellas creo que no tienen por conveniencia, es obvio.* Frente a la frase “no tienen por conveniencia, es obvio” se puede interpretar como un acto poco ético al no presentar al público el contenido real de la leche en las etiquetas.

Por su parte DG señala: *[...] Básicamente la conducta de Monsanto en esto como lo hemos visto en los temas relacionados con la hormona ha sido una de las cosas menos honesta.* Y el razonamiento de NC: *ahora la hormona aparece como propiedad de ELANCO (Eli Lilly), es un laboratorio multinacional farmacéutico, quien se la compro a Monsanto, pero ellos tampoco reconocen los efectos nocivos de la hormona sobre la salud de la vaca y mucho menos de los consumidores [...]*

En los razonamientos de DG y NC también se puede evidenciar que resaltan la falta de honestidad de los productores de la hormona y de las empresas lecheras frente al reconocimiento de las limitantes y riesgos que tiene la hormona y que no son incluidos en las etiquetas que deben tener todos los alimentos.

En cuanto a los razonamientos de autoridad el 57% correspondió a fuentes teóricas y el 29% a fuentes experimentales, destacándose respuestas como las siguientes:

JP: [...] ellos antes hacen como una prueba para ver si puede ser buena o si está saliendo buena o está saliendo mala.

GC: [...] los estudios dicen que la hormona está precisamente diseñada para que las vacas produzcan más leche de la que producen sin la hormona [...]

JS: Hay un aumento en los niveles de IGF-1 que es uno de los factores de crecimiento llamado somatomedinas en la leche del animal, esto puede generar tipos de cáncer humano.

Los tres razonamientos incluyen aspectos con bases científicas que los sustentan. Por ejemplo, JP hace referencia a pruebas experimentales que realizan a la leche derivada de vacas tratadas con la hormona para el respectivo control de calidad frente a la presencia de residuos de rBGH. Por su parte GC se refiere al proceso de elaboración de la hormona para que cumpla unos objetivos, lo cual requiere de experimentación. Y, finalmente, JS habla de sustento teórico y experimental que dan cuenta de la presencia de componentes hormonales que aumentan a causa de la rBGH que les aplican a las vacas lecheras.

Habilidades de Razonamiento Informal en el Abordaje de Cuestiones Sociocientíficas

Las habilidades de RI están agrupadas en cuatro categorías: analíticas, evaluativas, constructivas y habilidades para juzgar la credibilidad de las fuentes.

Para identificar las HRI que los estudiantes pusieron en juego para las tres acciones de pensamiento ya mencionadas se acudió a dos fuentes de datos correspondientes a la caracterización de RI y a los textos argumentativos producidos por los estudiantes como actividad propuesta en las secuencias didácticas.

En términos generales los datos muestran que la frecuencia de las HRI involucradas en las tres acciones correspondieron a: analíticas > evaluativas > constructivas > juzgar la credibilidad de las fuentes. Sin embargo, en la caracterización para JCA y para TDC se presentó algunas variaciones particulares que no alteraron la frecuencia principal como se indica a continuación.

Para determinar que HRI involucraron los estudiantes para juzgar la calidad de los argumentos en la caracterización se tomó nuevamente el espacio periodístico de C&T de France 24 titulado: ¿Por qué ha causado tanta polémica la vacuna rusa contra el Covid-19? (Apéndice C, parte I) se pidió a los estudiantes que respondieran a las siguientes preguntas:

1. ¿Considera que el doctor Anthony Fauci presenta evidencias suficientes para apoyar sus argumentos? ¿Por qué?
2. ¿Considera que el Doctor Amesh Adalja presenta evidencias suficientes para apoyar sus argumentos? ¿Por qué?

Para las secuencias didácticas se valió de notas relacionadas con la dexametasona (Apéndice I, aplico lo aprendido de la secuencia didáctica 2, numeral 1.) donde se pidió a los estudiantes que construyeran un texto argumentativo que justifique o refute los argumentos que se presentan en la noticia.

Los datos de la tabla 28 muestra que las HRI involucradas para esta acción presentaron el siguiente orden de frecuencia: analíticas > evaluativas > constructivas > habilidades para juzgar la

credibilidad de las fuentes. En los siguientes apartados se describen las principales características de cada grupo de habilidades y hallazgos puntuales para cada una.

Habilidades Analíticas. Estas habilidades hacen referencia a que el estudiante sea capaz de identificar mínimo la conclusión, las razones y la justificación en un razonamiento. La conclusión es el enunciado del conocimiento o la postura del razonador sobre una cuestión determinada que está sometida a evaluación y puede estar expresada como reclamaciones, afirmaciones, declaraciones, proposiciones o tesis. La razón o razones corresponden a la información, antecedentes o hechos de los que se dispone para apoyar la conclusión y pueden ser interpretados como pruebas, motivos o datos. Y las justificaciones son las que validan el paso entre la razón y la conclusión.

En la Caracterización del RI. Los resultados indican que la frecuencia de las HRI correspondientes a las analíticas fue: conclusión (92%) > razón (88%) > justificaciones (46%)

A continuación, se presentan algunos ejemplos que ilustran los anteriores datos

ER: [...] considero que Anthony se está basando en solo su punto de vista y no tiene más bases reales para justificar su argumento, porque está diciendo cosas que él piensa y no plantea hechos reales.

Los elementos del RI se representaron así: conclusión ① y razones ② y ③). De tal manera que los dos primeros elementos del razonamiento de ER son:

Conclusión:

① Anthony se está basando en solo su punto de vista y no tiene más bases reales para justificar su argumento.

Razones:

② Está diciendo cosas que él piensa.

③ No plantea hechos reales.

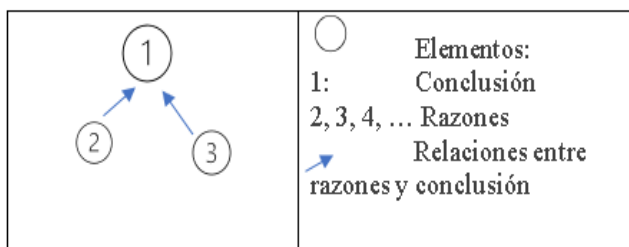
Se revisaron las relaciones entre estos elementos, con lo que se pudo establecer que cada una de las razones guarda independencia entre sí, es decir que ambas apoyan la conclusión ya que, para la razón ② Está diciendo cosas que él piensa, entonces ① Anthony se está basando en solo su punto de vista y no tiene más bases reales para justificar su argumento.

Para el caso de la razón ③ No plantea hechos reales, entonces ① Anthony se está basando en solo su punto de vista y no tiene más bases reales para justificar su argumento.

Las relaciones entre las razones y la conclusión de este razonamiento se pueden observar en la figura 1

Figura 1

Relaciones entre los elementos del razonamiento de ER en formato de Saiz



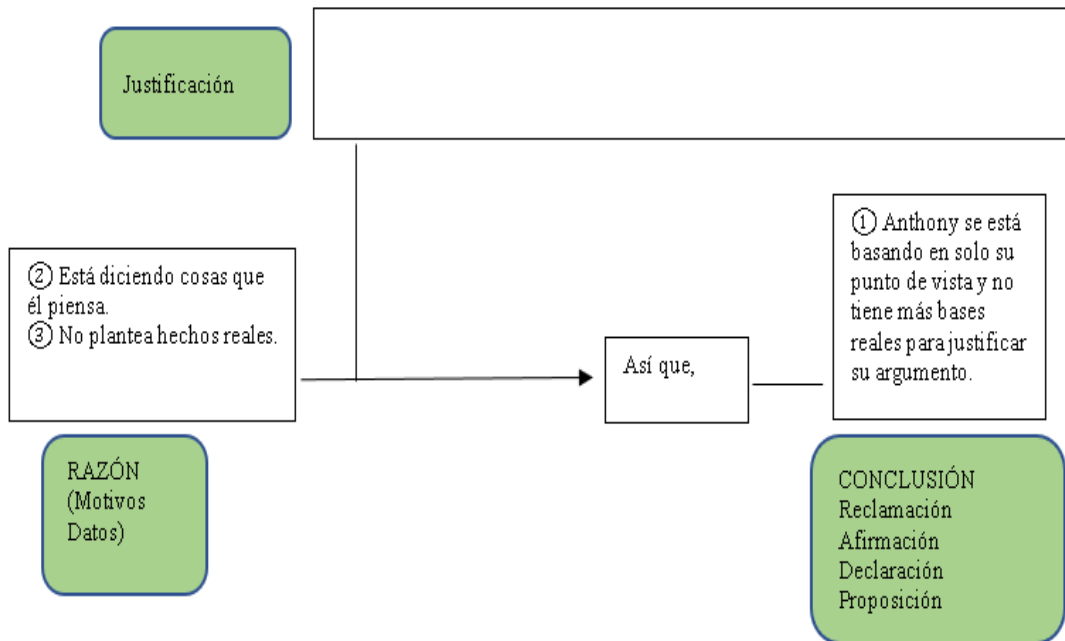
Fuente: A partir de Saiz (2018)

Las flechas azules indican la independencia de cada razón y cómo estas pueden sostener y converger hacia la conclusión sin depender una de la otra. Este tipo de relación corresponde a relaciones convergentes y en conjunto le podrían brindar mayor respaldo a la conclusión, de tal forma que entre ambas harían más sólido el razonamiento.

Siguiendo la estructura de Toulmin, se identificó que la justificación, tercer elemento de un RI, no está presente. (figura 2).

Figura 2

Estructura de razonamiento de ER en el formato de Toulmin



Fuente: Autora a partir de Toulmin (1984), Jiménez-Aleixandre (2010) y Saiz (2018)

Al revisar la estructura del razonamiento, se puede observar que no hay justificaciones explícitas. Tampoco se pudo identificar la intención del estudiante al razonar sobre la situación planteada para poder establecer una justificación implícita. De tal manera que el paso de ② y ③ a la conclusión ① no se pudo validar.

Un ejemplo que presentó los tres elementos básicos es el razonamiento de AC:

AC: El doctor Anthony Fauci si presenta evidencias suficientes para apoyar sus argumentos porque en sí es distinto que la vacuna exista a que funcione y no tenga repercusiones, además que si se pudiese distribuir una vacuna solo porque supuestamente cura el Covid sin tener en cuenta las medidas de seguridad, todos los países estarían haciendo y distribuyendo su propia vacuna a millones de personas.

Los elementos del RI se representaron así: conclusión ① y razones ② y ③). De tal manera que los dos primeros elementos del razonamiento de AC son:

Conclusión:

① El doctor Anthony Fauci si presenta evidencias suficientes para apoyar sus argumentos.

Razones:

② Es distinto que una vacuna exista a que funcione y no tenga repercusiones.

③ Si no se necesitaran protocolos en su elaboración, todos los países estarían haciendo y distribuyendo su propia vacuna a millones de personas.

Las relaciones entre las razones son de independencia entre sí, de tal forma que apoyan a la conclusión de la misma forma dándole mayor fuerza en conjunto. Estas relaciones se leen de la siguiente manera:

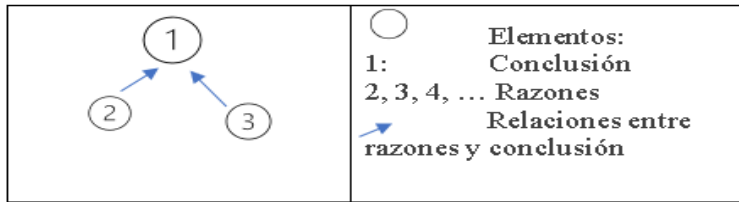
Para la razón ② Es distinto que una vacuna exista a que funcione y no tenga repercusiones, entonces ① El doctor Anthony Fauci si presenta evidencias suficientes para apoyar sus argumentos.

Para el caso de la razón ③ Si no se necesitaran protocolos en su elaboración, todos los países estarían haciendo y distribuyendo su propia vacuna a millones de personas, entonces ① El doctor Anthony Fauci si presenta evidencias suficientes para apoyar sus argumentos.

Las relaciones entre las razones y la conclusión de este razonamiento se pueden observar en la figura 3

Figura 3

Relaciones entre los elementos del razonamiento de AC en formato de Saiz



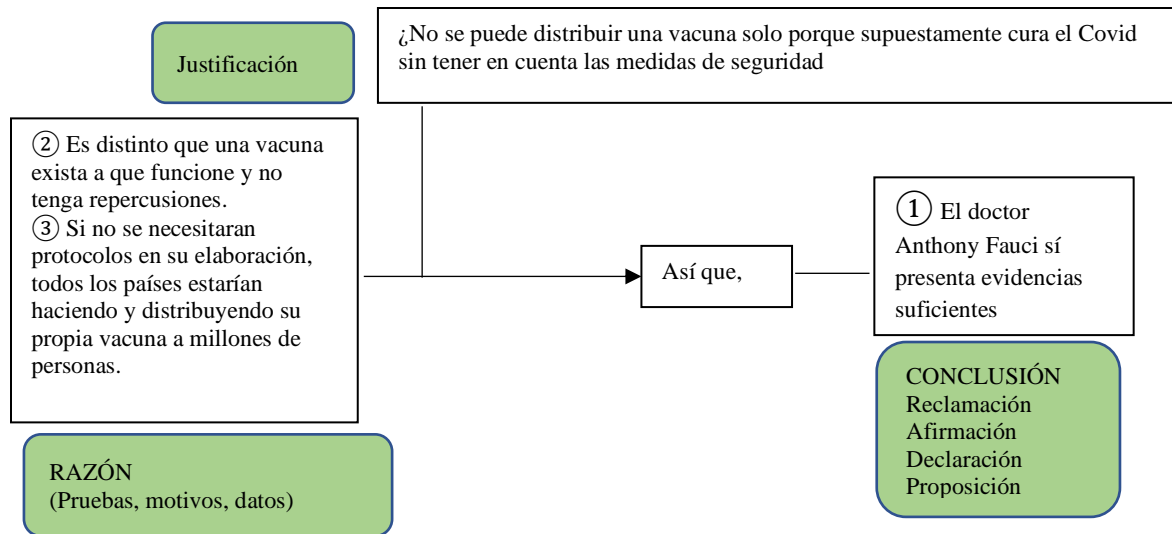
Fuente: A partir de Saiz, 2018

Las flechas azules indican la independencia de cada razón y cómo estas pueden sostener y converger hacia la conclusión sin depender una de la otra brindándole mayor respaldo y haciendo más sólido el razonamiento.

Siguiendo la estructura de Toulmin (figura 4), se pudo revisar si están presentes los demás elementos de un razonamiento.

Figura 4

Estructura de razonamiento de AC en el formato de Toulmin



Fuente: Autora a partir de Toulmin (1984), Jiménez-Aleixandre (2010) y Saiz (2018)

La estructura de Toulmin permitió identificar la justificación explícita que valida el paso de los datos ② y ③ a la conclusión ①, cumpliendo con los tres elementos básicos que deben estar presentes en un RI.

En las Secuencias Didácticas. Los textos producidos por los estudiantes se analizaron a partir de ATD con Nvivo. La tabla 28 muestra que la frecuencia de las habilidades para esta categoría fue: conclusiones, razones (100%) >justificaciones (80%). El siguiente ejemplo muestra estos aspectos:

SC: Estoy de acuerdo en que la dexametasona sea usada para prevenir el coronavirus ya que es muy accesible hablando en términos económicos y cualquier persona que la necesite y que esté grave puede tener la esperanza de salvarse.

En primer lugar, se identificaron los elementos del RI, rotulados con números: conclusión ① y razones ②, ③. De tal manera que los dos primeros elementos del razonamiento de DC son:
Conclusión:

① Estoy de acuerdo en que la dexametasona sea usada para prevenir el coronavirus.

Razones:

② Es muy accesible hablando en términos económicos

③ Cualquier persona que la necesite y que esté grave puede tener la esperanza de salvarse.

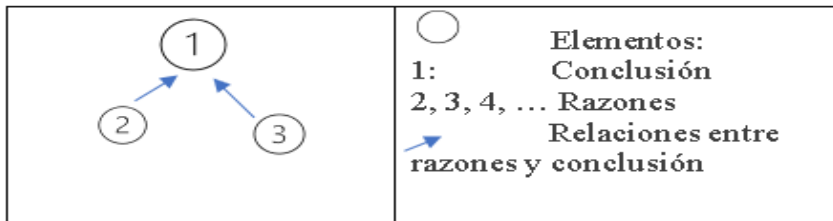
Justificación: No hay una justificación explícita en el razonamiento del estudiante.

En el segundo paso se revisaron las relaciones entre estos elementos, con lo que se pudo establecer que cada una de las razones guarda independencia entre sí, es decir que ambas apoyan la conclusión de manera independiente, de tal forma que para la razón ② Es muy accesible hablando en términos económicos, entonces ① Estoy de acuerdo en que la dexametasona sea usada para prevenir el coronavirus. Para el caso de la razón ③ Cualquier persona que la necesite

y que esté grave puede tener la esperanza de salvarse, entonces ① Estoy de acuerdo en que la dexametasona sea usada para prevenir el coronavirus. Frente a este razonamiento las relaciones entre las razones y la conclusión se pueden observar en la figura 5

Figura 5

Relaciones entre los elementos del razonamiento de SC en formato de Saiz



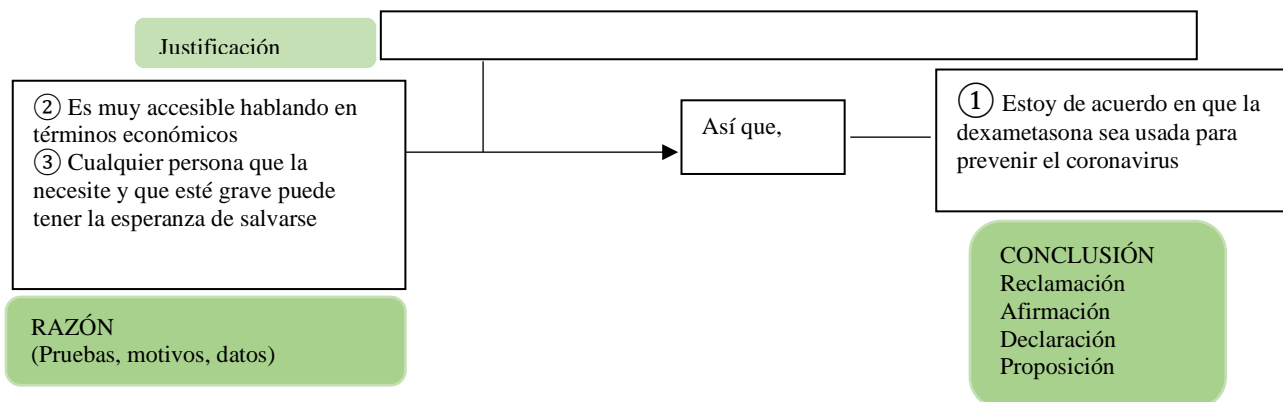
Fuente: A partir de Saiz (2018)

A pesar de que la relación entre las razones y la conclusión es convergente, son relaciones débiles porque solo son dos, de tal forma que si alguna falla al participar en una discusión, se debilita más la solidez del razonamiento.

Pasando este razonamiento a la estructura de Toulmin (figura 6) tenemos

Figura 6

Estructura de razonamiento de SC en el formato de Toulmin



Fuente: Autora a partir de Toulmin (1984), Jiménez-Aleixandre (2010) y Saiz (2018)

Los datos ② y ③ brindan apoyo a la conclusión ①, pero como no hay una justificación explícita, no se valida el paso de los datos a la conclusión.

El siguiente ejemplo muestra los tres elementos de un razonamiento.

LS: Yo creo que la dexametasona es un medicamento muy efectivo, pero también muy riesgoso para los pacientes que tienen Covid-19 ya que, aunque disminuye un porcentaje muy significativo para los pacientes que tienen este virus también puede llegar a ser muy peligroso para aquellos que tienen un sistema inmune débil. Aunque la dexametasona ha evitado la muerte de 1 de cada 8 pacientes que necesitan respiradores y 1 de cada 20 pacientes que necesitan oxígeno. También puede provocar problemas significativos a las personas que presentan esta enfermedad de manera leve; la verdad yo creo que la dexametasona es un gran medicamento para poder combatir esta enfermedad, pero ya cuando está muy avanzada; creo que todavía le falta más investigación para que se pueda curar tanto a los pacientes que tienen esta enfermedad muy avanzada como para las personas que la tienen leve.

Los elementos para el razonamiento de *LS* se representaron así: conclusión ① y razones ②, ③ y ④. De tal manera que los dos primeros elementos del razonamiento de *LS* son:

Conclusión:

① la dexametasona es un medicamento muy efectivo, pero también muy riesgoso para los pacientes que tienen Covid-19.

Razones:

② disminuye un porcentaje muy significativo para los pacientes que tienen este virus

③ puede llegar a ser muy peligroso para aquellos que tienen un sistema inmune débil

④ ha evitado la muerte de 1 de cada 8 pacientes que necesitan respiradores y 1 de cada 20 pacientes que necesitan oxígeno.

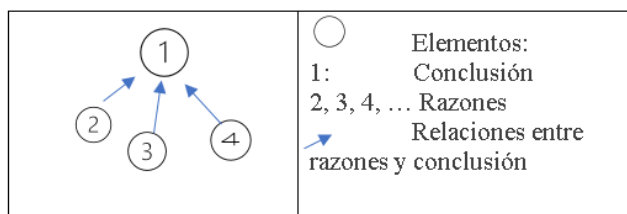
Justificación:

Todavía le falta más investigación para que se pueda curar tanto a los pacientes que tienen esta enfermedad muy avanzada como para las personas que la tienen leve.

Las relaciones entre las razones y la conclusión son:

Figura 7

Relaciones entre los elementos del razonamiento de LS en formato de Saiz



Fuente: A partir de Saiz (2018)

La figura muestra que las relaciones entre las razones son independientes, de tal manera que le brindan mayor apoyo a la conclusión. Estas relaciones se leen así:

② disminuye un porcentaje muy significativo para los pacientes que tienen este virus, entonces

① la dexametasona es un medicamento muy efectivo, pero también muy riesgoso para los pacientes que tienen Covid-19.

③ puede llegar a ser muy peligroso para aquellos que tienen un sistema inmune débil, entonces

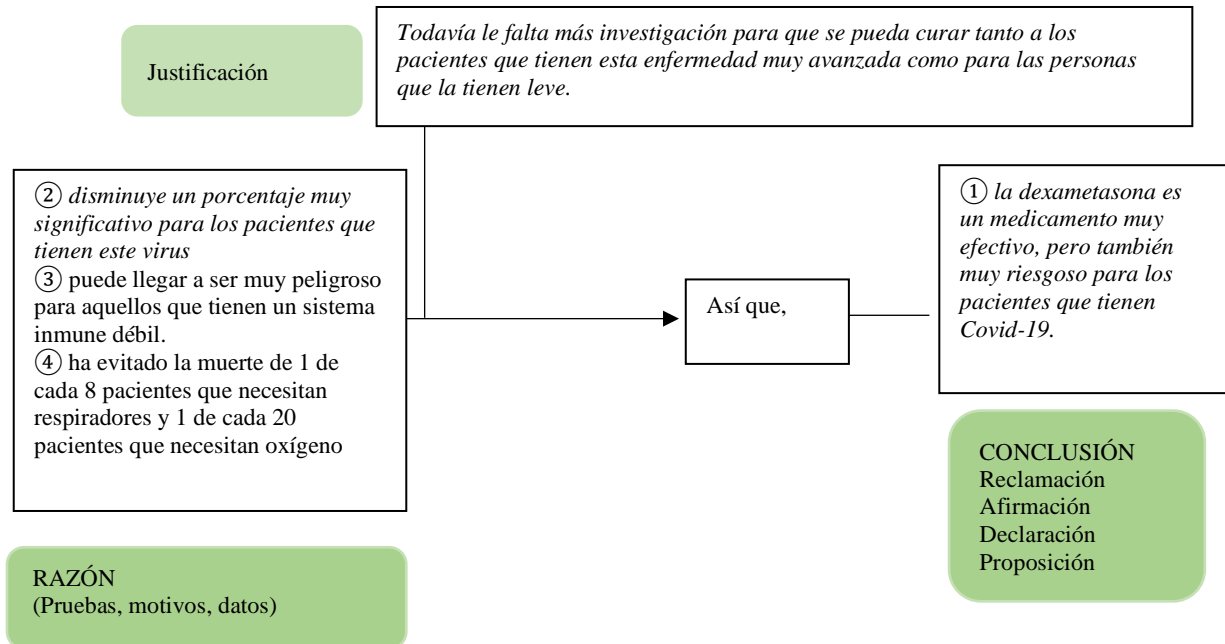
① la dexametasona es un medicamento muy efectivo, pero también muy riesgoso para los pacientes que tienen Covid-19.

④ ha evitado la muerte de 1 de cada 8 pacientes que necesitan respiradores y 1 de cada 20 pacientes que necesitan oxígeno, entonces ① la dexametasona es un medicamento muy efectivo, pero también muy riesgoso para los pacientes que tienen Covid-19.

Pasando este razonamiento a la estructura de Toulmin (figura 8) tenemos

Figura 8

Estructura de razonamiento de LS en el formato de Toulmin



Fuente: Autora a partir de Toulmin (1984), Jiménez-Aleixandre (2010) y Saiz (2018)

El ejemplo muestra claramente los tres elementos básicos de un razonamiento, además se puede ver como la justificación valida el paso de los datos ②, ③ y ④ a la conclusión ①.

Habilidades Evaluativas. Estas habilidades corresponden a la capacidad que tiene un razonador para conocer y aplicar criterios necesarios para juzgar la calidad de los argumentos y está representada en: identifican si las reclamaciones son claras; si las razones son relevantes y suficientes para respaldarlas; si las justificaciones son relevantes y apropiadamente respaldadas y finalmente si las conclusiones consideran las posibles excepciones y contraargumentos.

En la Caracterización del RI. Los datos presentados en la tabla 28 indican que la frecuencia de cada habilidad evaluativa fue: razones relevantes (77%) > reclamaciones claras (69%) > justificaciones relevantes (46%). Los siguientes ejemplos ilustran la presencia de estos elementos en los razonamientos de los estudiantes.

DC: “Si, sus argumentos se basan en no es una vacuna comprobada para llegar a producirse y él tiene razón, en esto porque, aunque tenga la vacuna Sputnik V rusa no prueban que en verdad funcione o que no tenga efectos colaterales.”

En esta respuesta se puede validar que el razonador tomó en cuenta habilidades evaluativas como:

La reclamación es clara: [...] *no es una vacuna comprobada para llegar a producirse [...]*;

Las razones son relevantes y suficientes: [...] *aunque tenga la vacuna Sputnik V rusa no prueban que en verdad funcione [...]*, Aunque esta respuesta es relevante, no es suficiente para apoyar la conclusión, es estudiante pudo tomar más datos igualmente relevantes que permitieran, primero establecer relaciones entre ellos y segundo darle mayor apoyo a la conclusión;

Justificaciones relevantes y respaldadas: El razonador recurre a los *efectos colaterales* que puede tener la vacuna, este es un conocimiento compartido que se da por supuesto (Jiménez-Aleixandre, 2010), por ser derivado del trabajo científico que se viene realizando y dando a conocer por diferentes medios de fácil acceso para el público en general. A pesar de ser una justificación relevante, no está respaldada.

El 20 % de los estudiantes no presentaron en sus razonamientos evidencias que permitiera indagar si tenían o no habilidades de RI para evaluar los argumentos de los expertos frente a la CSC planteada. Por ejemplo, el razonamiento de SM: *“Si, porque él puso la información o redactó la información que él sabe, en el momento ha investigado eso y es la información con la que*

cuenta”. En esta respuesta el razonador no hace alusión a ninguna de las habilidades evaluativas que se están considerando para juzgar los argumentos de los expertos, por tal razón el razonamiento se reduce a una mera opinión o comentario.

En las Secuencias Didácticas. En esta categoría se presentan las habilidades con la siguiente frecuencia: reclamaciones claras (92%) > razones relevantes (88 %) > justificaciones relevantes (85%). En el siguiente razonamiento se puede observar algunas de estas habilidades.

GC: La efectividad de la dexametasona no ha sido considerada 100% efectiva ya que los estudios han demostrado que solo 1 de cada 8 pacientes conectados a respiradores y en 1 de cada 25 pacientes que necesitan oxigenación, ha sido efectivo este medicamento ‘en la minoría de los casos (casos graves) ha sido efectiva’ como la ha dicho el noticiero BBC, lo que yo considero es que hasta que se produzca una vacuna que al menos sea efectiva en la mayoría de los casos, es conveniente usar este medicamento para que las personas infectadas tengan una mínima oportunidad de recuperarse.

Razón: los estudios han demostrado que solo 1 de cada 8 pacientes conectados a respiradores y en 1 de cada 25 pacientes que necesitan oxigenación el medicamento ha sido efectivo. Esta es una razón relevante para apoyar la conclusión, pero no es suficiente para darle el respaldo que requiere, en el documento de base se presentaron más razones que fueron desconocidas por el razonador.

Reclamación: La efectividad de la dexametasona no ha sido considerada 100% efectiva ya que los estudios han demostrado que solo 1 de cada 8 pacientes conectados a respiradores y en 1 de cada 25 pacientes que necesitan oxigenación. La reclamación está enunciada y expresa una conclusión clara que puede ser entendida con facilidad.

Justificación: ‘en la minoría de los casos (casos graves) sido efectivo’ este medicamento como la ha dicho el noticiero BBC. Esta es una justificación relevante, pero no presenta respaldo; sin embargo, les da soporte a las razones expuestas en el razonamiento.

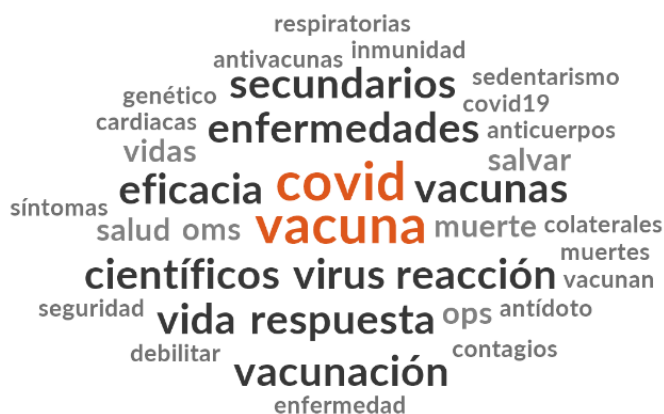
Habilidades Constructivas. Hacen referencia a que el estudiante sea capaz de declarar una reclamación, esto es que el razonador logre interrelacionar los tres elementos básicos de un razonamiento (Si, razones; justificaciones, entonces conclusión); calificar reclamaciones; emplear conocimiento básico y señalar las limitaciones.

En la Caracterización del RI. Los datos registrados en la tabla 28 muestra la frecuencia de las habilidades correspondientes a esta categoría así: conocimiento de base (62%) > declarar reclamaciones (46%) > calificar reclamaciones (15%).

El conocimiento básico presentó la frecuencia más alta en los razonamientos de los estudiantes, quienes se apoyaron en conocimientos teóricos y empíricos que les permitieron analizar de mejor manera la CSC planteada para lo que se apoyaron en conceptos relacionados con vacuna, Covid-19, virus, respuesta inmunitaria entre otros (figura 9)

Figura 9

Frecuencia de palabras relacionadas con habilidad de conocimientos de base



Fuente: Nvivo. Proyecto aportes del RI al PC desde el abordaje de CSC

El siguiente razonamiento ilustra las habilidades para esta categoría:

JS: [...] Rusia no tiene pruebas suficientes para distribuir esta vacuna y no ha presentado los resultados de eficacia de esa vacuna; hay países que también pueden decir que tienen la vacuna, pero tienen que haber pruebas de que es eficaz contra el virus de la COVID-19. Si no presentan esto no podrán distribuir nada a ninguna parte ya que sería un riesgo para las personas que se apliquen esta vacuna.

En primer lugar, se identificaron los elementos del RI, rotulados con números así: conclusión ① y razones ② y ③. De tal manera que los dos primeros elementos del razonamiento de JS son:

Conclusión:

① Sería un riesgo para las personas que se apliquen esta vacuna.

Razones:

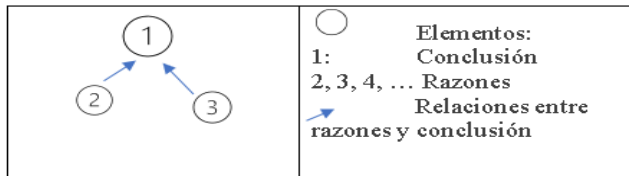
② Rusia no ha presentado los resultados de eficacia de esta vacuna.

③ Sin pruebas de eficacia, la vacuna no se podrá distribuir a ninguna parte

En el segundo paso se revisaron las relaciones entre estos elementos, con lo que se pudo establecer que cada una de las razones guarda independencia entre sí, es decir que ambas apoyan la conclusión ya que, para la razón ② sí Rusia no ha presentado resultados de eficacia de su vacuna, entonces ① sería un riesgo para las personas que se la apliquen. Para el caso de la razón ③ sin pruebas de eficacia, la vacuna no se podrá distribuir a ninguna parte, entonces en el caso de que así sea, ① sería un riesgo para las personas que se la apliquen. Frente a este razonamiento las relaciones entre las razones y la conclusión se pueden observar en la figura 10

Figura 10

Relaciones entre los elementos del razonamiento de JS en formato de Saiz



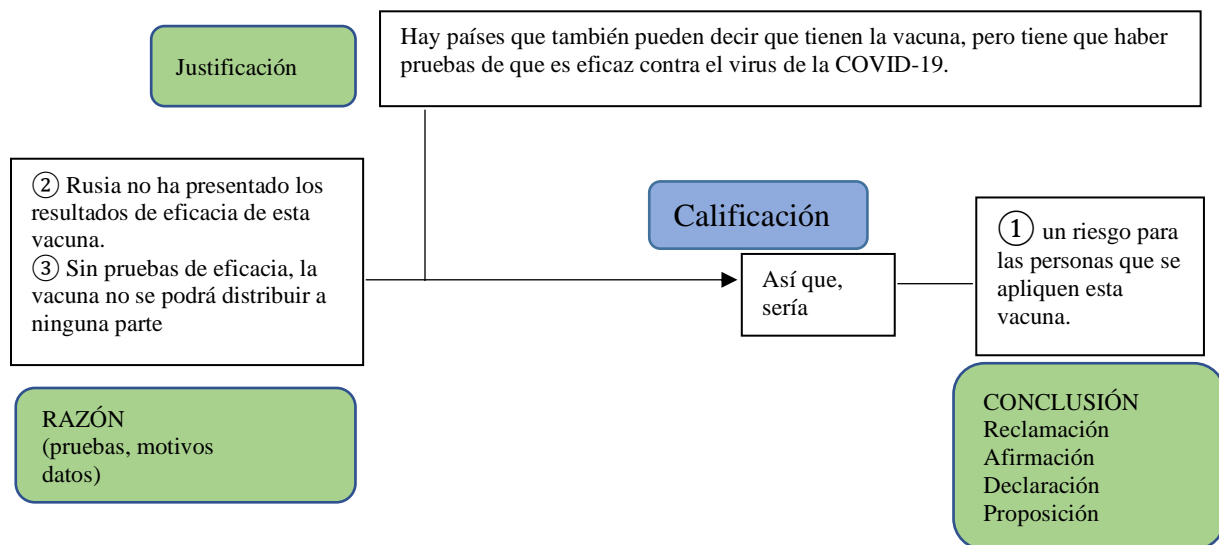
Fuente: A partir de Saiz (2018)

Las flechas azules indican la independencia de cada razón y cómo estas pueden sostener y converger hacia la conclusión sin depender una de la otra. Este tipo de relación corresponde a relaciones convergentes y le brindan mayor respaldo a la conclusión en conjunto, porque cada una le brinda apoyo y ambas hacen más sólido el razonamiento.

Siguiendo la estructura de Toulmin, se identificó si la justificación logró validar el paso de los datos a la conclusión (figura 11)

Figura 11

Estructura de razonamiento de JS en el formato de Toulmin



Fuente: Autora a partir de Toulmin (1984), Jiménez-Aleixandre (2010) y Saiz (2018)

La justificación que presenta JS establece que debe haber pruebas que indiquen la eficacia de la vacuna contra la Covid-19 se puede considerar como una regla, dado que es un conocimiento compartido que se da por supuesto (Jiménez-Aleixandre, 2010, p. 75), por tal razón la justificación que se presenta valida o legitima el paso de los datos ② y ③ a la conclusión ① brindándole apoyo.

En cuanto a la habilidad de calificar las reclamaciones que hacen referencia al grado de certeza o incertidumbre de un argumento y que se determinan por la presencia de indicadores como: ciertamente, probablemente, con seguridad, siempre, etc. En el razonamiento de JS se identifica la expresión “*sería*” que califica la reclamación, dándole mayor fuerza, porque la expresión indica la certeza de que la reclamación ocurrirá sin duda alguna.

Otro ejemplo corresponde a los razonamientos de DG

DG: [...] hay un riesgo al mandar una vacuna al mercado, en este caso la vacuna Sputnik V, porque aún no ha pasado por las tres fases de pruebas, ya que con tan solo las dos primeras fases no es posible asegurar que sea una vacuna eficaz debido a que la tercera fase es la más determinante y que si se mandara al mercado esta vacuna podría correr el riesgo de que no funcione como se espera y que dado esto, las personas creen un estigma generalizado frente a las vacunas y luego el mundo se empiece a oponer a aplicarse vacunas ya que no estarían plenamente confiados de que sean eficaces.

La estructura del razonamiento de DG está representada con ① para la conclusión y las razones con ②, ③, ④ y ⑤.

La conclusión:

① Hay un riesgo al sacar la vacuna rusa al mercado

Las razones:

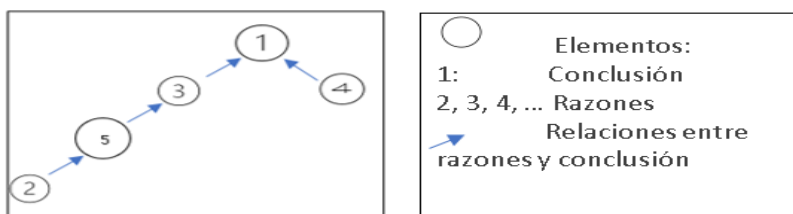
② La vacuna Sputnik V no ha pasado por las tres fases de prueba

- ③ Las personas pueden crear un estigma generalizado frente a las vacunas
- ④ La vacuna podría no funcionar como se espera
- ⑤ El mundo se puede oponer a la aplicación de la vacuna.

Las relaciones que se dan entre las razones y la conclusión se muestran en la figura 12

Figura 12

Relaciones entre los elementos del razonamiento de DG en formato de Saiz



Fuente: A partir de Saiz, 2018

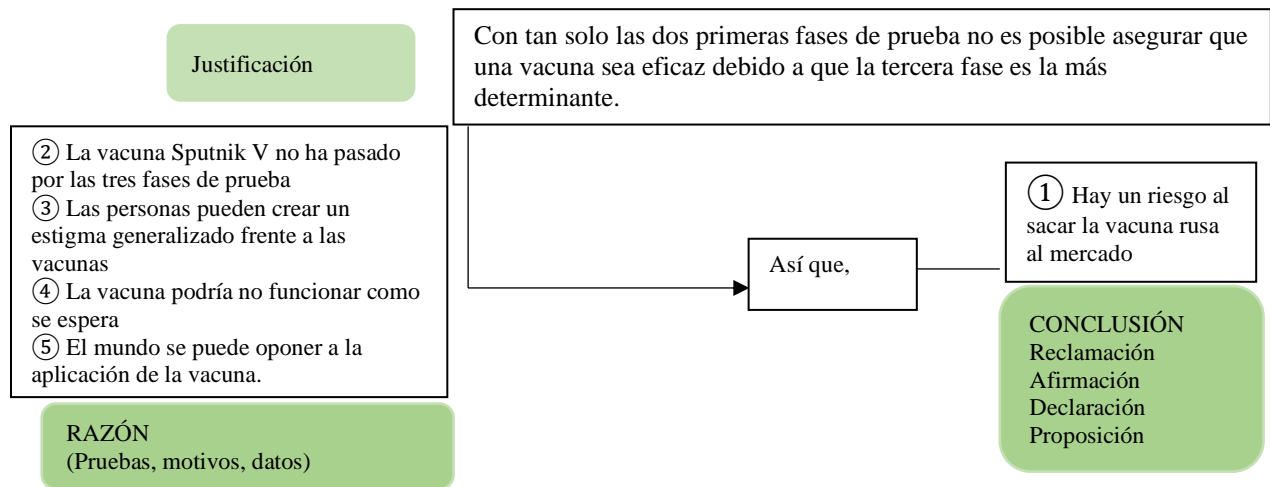
Las razones ③, ⑤ y ② tienen una relación encadenada condicional porque una depende de la otra. El orden en que se colocaron está sujeto a esta dependencia, en este caso la razón ⑤ depende de la ③ ya que, si la gente crea un estigma hacia la vacuna rusa el mundo se puede oponer a la aplicación de la vacuna. La razón ② va al final de la flecha por ser la causa de que ocurra ③ y ⑤.

Es importante señalar que al final de la flecha siempre va la razón que indica el “porque” (Saiz, 2018). La razón ④ guarda una relación convergente, es decir que es independiente de las demás ya que funcione o no la vacuna como se espera, no depende del cumplimiento de las tres fases, aunque se estaría incumpliendo con una norma de la OMS.

Pasando este razonamiento a la estructura de Toulmin (figura 13) tenemos

Figura 13

Estructura de razonamiento de DG en el formato de Toulmin



Fuente: Autora a partir de Toulmin (1984), Jiménez-Aleixandre (2010) y Saiz (2018)

El dato ② que presenta el razonador: *La vacuna Sputnik V no ha pasado por las tres fases de pruebas*, y ④: *la vacuna puede no funcionar* apoyan de manera independiente la conclusión: *hay un riesgo en sacar la vacuna rusa al mercado*. Al analizar de manera independiente las razones ③: *Las personas pueden crear un estigma generalizado frente a las vacunas* y la ⑤: *El mundo se puede oponer a la aplicación de la vacuna*, la primera impresión es que no le dan soporte a la conclusión, pero al analizarlas de manera dependiente y en el contexto en que se presenta el razonamiento (que siempre se debe tener en cuenta como indica Toulmin, 1984) y al revisar la justificación que permite conectar o llevar los datos a la conclusión se puede observar que si hay tal apoyo.

Respecto a la justificación, se puede afirmar que corresponde a un conocimiento compartido que se ha dado por supuesto gracias al trabajo científico, de tal manera que se valida o legitima el paso desde los datos ②, ③, ④ y ⑤ a la conclusión ①.

que le médico lleve el tratamiento. Es importante aclarar que la dexametasona solo es efectiva en personas graves que estén bajo respiración artificial o usando oxígeno. Gracias a este medicamento el riesgo de muerte ha disminuido de un 40% al 28% en pacientes muy graves y en pacientes menos graves del 25% al 20%. La dexametasona es el único medicamento que hasta ahora ha podido combatir el virus.

Basándome en los datos anteriores se puede decir que es muy conveniente el uso de este medicamento ya que ha actuado muy favorablemente contra el virus y aunque haya acciones secundarias por el medicamento pues son muy leves ya que para tratar el virus se usa un poco cantidad de este.

Siguiendo el formato de Saiz, primero se identificaron los elementos del RI, rotulados con números: conclusión ① y razones ②, ③, ④, ⑤ y ⑥. De tal manera que los dos primeros elementos del razonamiento de DC son:

Conclusión:

① Es conveniente el uso de la dexametasona para tratar a las personas contagiadas con la Covid-19.

Razones:

② Los estudios comprueban que este medicamento ha ayudado en la recuperación de los pacientes infectados.

③ La dexametasona es el único medicamento que hasta ahora ha podido combatir el virus.

④ La dexametasona ha disminuido el riesgo de muerte en pacientes graves que usan respiradores artificiales u oxígeno.

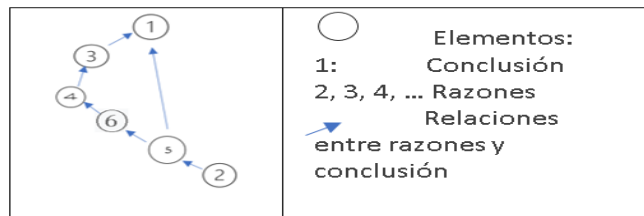
⑤ Es un medicamento muy económico, fácil de conseguir y que se encuentra en todo el mundo.

⑥ Gracias a este medicamento el riesgo de muerte ha disminuido de un 40% al 28% en pacientes muy graves y en pacientes menos graves del 25% al 20%

Posteriormente se establecieron las relaciones entre las razones así figura 15

Figura 15

Relaciones entre los elementos del razonamiento de DG en formato de Saiz



Fuente: A partir de Saiz, 2018

La imagen muestra con flechas azules que hay tres tipos de relaciones, una de independencia entre la conclusión y las razones ③ y ⑤ que se leen:

Para la razón ③ La dexametasona es el único medicamento que hasta ahora ha podido combatir el virus, entonces ① Es conveniente el uso de la dexametasona para tratar a las personas contagiadas con la Covid-19.

Para la razón ⑤ Es un medicamento muy económico, fácil de conseguir y que se encuentra en todo el mundo, entonces, ① Es conveniente el uso de la dexametasona para tratar a las personas contagiadas con la Covid-19.

El otro tipo de relación se está dada entre ③ y ⑤ y corresponde a una relación encadenada condicional, donde la razón ③ La dexametasona es el único medicamento que hasta ahora ha podido combatir el virus depende de ⑤ Es un medicamento muy económico, fácil de conseguir y que se encuentra en todo el mundo.

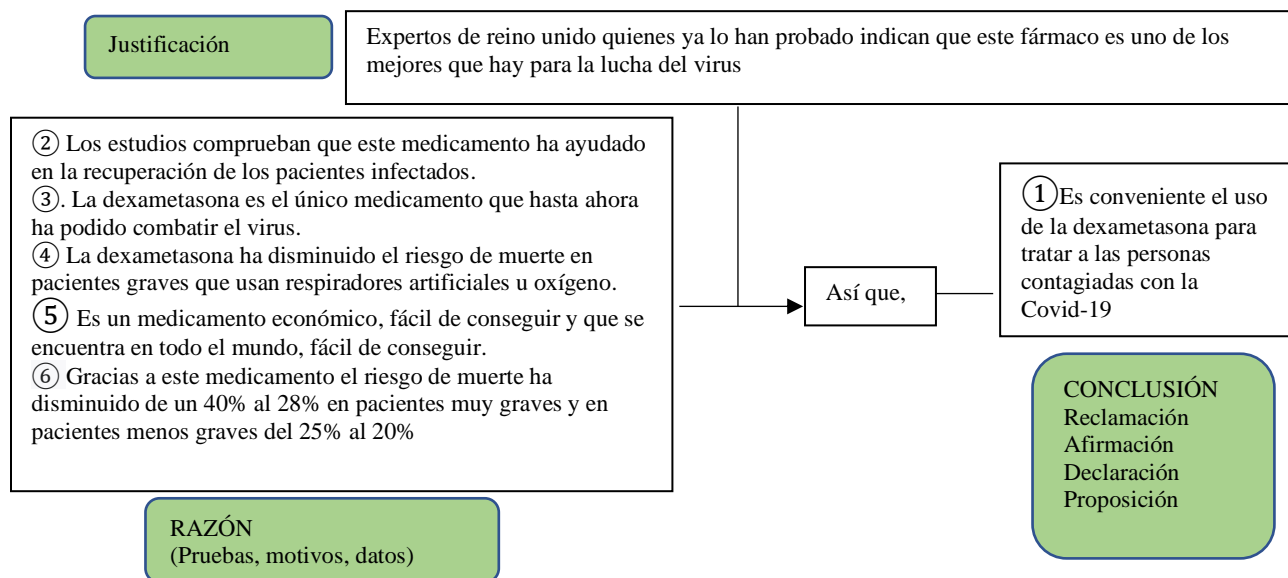
Una tercera relación se da entre los razonamientos ③, ④, ⑥, ⑤ y ②, donde ④ La dexametasona ha disminuido el riesgo de muerte en pacientes graves que usan respiradores artificiales u oxígeno y ⑥ Gracias a este medicamento el riesgo de muerte ha disminuido de un 40% al 28% en pacientes muy graves y en pacientes menos graves del 25% al 20% dependen de ⑤ Es un medicamento muy económico, fácil de conseguir y que se encuentra en todo el mundo, y a su vez todos depende de la ocurrencia de ② Los estudios comprueban que este medicamento ha ayudado en la recuperación de los pacientes infectados. Es decir que sin los estudios sobre la efectividad de la dexametasona no se darían los demás razonamientos.

Con lo anterior se puede afirmar que el razonamiento de DG es un razonamiento sólido en términos de las dos razones que guardan relación independiente con la conclusión, mientras que con la de cadena convergente se debilita porque, si no está uno de las razones, el razonamiento pierde fuerza. Por ejemplo, si el medicamento deja de ser económico y de fácil acceso en todo el mundo, dificulta su utilización para los pacientes graves y no se presentaría esa disminución en los porcentajes de riesgo de muerte.

Pasando los razonamientos de DG a la estructura de Toulmin, figura 16 se tiene.

Figura 16

Estructura de razonamiento de DG en el formato de Toulmin



Fuente: Autora a partir de Toulmin (1984), Jiménez-Aleixandre (2010) y Saiz (2018)

El análisis realizado a este razonamiento da cuenta que el estudiante declara la reclamación cuando logra relacionar de manera adecuada los tres elementos básicos de un razonamiento, de tal forma que la justificación que en este caso es un conocimiento compartido que se derivó de la investigación científica, valida el paso de los datos ②, ③, ④, ⑤ y ⑥ a la conclusión ①.

Habilidades para Juzgar la Credibilidad de las Fuentes. En estas habilidades se toma en cuenta quién emite la información (si es un experto, una asociación, un comité científico, o una persona informal); el medio de publicación (si es un periódico, una revista científica, una entrevista, un noticiero, etc.) y el respaldo científico, donde verifica que la información contenga bases científicas como soporte a las investigaciones.

En la Caracterización del RI. La frecuencia de estas habilidades que se muestran en la tabla 28 corresponde a respaldo científico (65%) > autoridad que emite y medio de publicación con la misma frecuencia (15%). Por ejemplo

GC: *Si porque además de que el hombre es doctor y tiene conocimiento sobre el tema, la población gracias a artículos como este y a los noticieros informativos tienen conocimiento sobre esta polémica.* En este caso GC indica que la autoridad que emite es un doctor que tiene conocimiento sobre el tema. Respecto al medio de publicación señala los artículos y noticieros informativos que usa la población para estar informados sobre el tema.

En cuanto al respaldo científico. El razonamiento de DG indica que:

DG: [...] *Estas no son evidencias que justifiquen su argumento ya que no se basa en estudios ni investigaciones para justificarse, sino que lo hace según lo que él piensa, en ningún momento nos habla de alguna fuente confiable de la que se haya guiado para dar el argumento que dio [...], [...] es un argumento que carece de evidencias y justificaciones.*

DG basa su razonamiento en la ausencia de evidencias científicas que respalden la argumentación del experto y que para DG constituye las pruebas que para ella respaldan o sustentan la conclusión. En este sentido, Jiménez-Aleixandre (2010) enfatiza en el papel de las pruebas en la evaluación del conocimiento, en este caso de la efectividad de la vacuna rusa que no tenía soporte de evidencia de su efectividad.

En las Secuencias Didácticas. De acuerdo con los datos de la tabla 28 la frecuencia con que se presentaron las habilidades de esta categoría fue: respaldo científico (46%) > autoridad que emite (31%) > medio de publicación (23%)

Los siguientes razonamientos dan cuenta de estas habilidades:

LA: *Si es conveniente ya que algunos de los expertos de reino unido quienes ya lo han probado que este fármaco es uno de los mejores que hay para la lucha del virus [...]*

ER: Según los expertos de Reino Unido, la dexametasona reduce un tercio el riesgo de muerte en pacientes de alto riesgo que estén conectados artificialmente a respiradores y a oxígeno [...]

DG: [...] Los expertos han hecho estudios y nos dicen que la dexametasona es un gran avance en la lucha contra el virus [...]

En estos tres razonamientos se acude al respaldo científico que está representado en que expertos de Reino Unido avalan la utilización de la dexametasona para tratar la Covid-19

Habilidades de Razonamiento Informal Involucradas para Tomar Decisiones frente a CSC

La identificación de las habilidades de RI que involucraron los estudiantes al tomar decisiones frente a una CSC se realizó a partir de los datos obtenidos en la caracterización del RI y en las actividades de las secuencias didácticas. Para la primera se utilizó el mismo material correspondiente a la entrevista realizada al doctor Juan Manuel Anaya, investigador principal del estudio llevado a cabo en Colombia sobre la terapia con plasma de convalecencia (Apéndice C, parte II). Para las secuencias didácticas se empleó la noticia relacionada con la vacunación: ***La OPS insta a los países a planificar en forma temprana la vacunación para Covid- 19 con el fin de reducir muertes.*** (Apéndice I, aplico lo aprendido de la secuencia didáctica 2, numeral 1.)

Las HRI involucradas en los razonamientos de los estudiantes para esta acción de pensamiento presentaron la siguiente frecuencia: analíticas > evaluativas > constructivas > juzgar la credibilidad de las fuentes. A continuación, se presenta el análisis de los razonamientos de los estudiantes frente a cada uno de los aspectos mencionados.

Habilidades Analíticas. Se analizó a partir del corpus sometido a ATD para identificar los elementos básicos de un razonamiento como se indica a continuación.

En la Caracterización del RI. Los datos de la tabla 28 muestra que el 100% los estudiantes presentaron conclusiones, el 92% razones y el 54% justificaciones. A continuación, se presentan algunos ejemplos donde se analizan los datos indicados anteriormente.

NC: “Si se determina con los estudios y partiendo de que los expertos digan que es del todo confiable podría llegar a ser una de las mejores alternativas para salvar muchas vidas”. El escrito tiene un punto de llegada (conclusión): [...] podría llegar a ser una de las mejores alternativas para salvar muchas vidas, pero no proporciona datos que sustenten la conclusión, de tal manera que no hay un razonamiento.

El siguiente ejemplo corresponde a un razonamiento que presenta los elementos razones y conclusión, pero está ausente la garantía o esta puede estar presente de manera implícita.

SM: No participaría de la terapia con el plasma de convalecencia, porque quizás eso nos puede traer más enfermedades o no quite el Covid, también considero que económicamente aumenta demasiado.

En la estructura de este razonamiento ① corresponde a la conclusión; ②, ③ y ④ a las razones.

Conclusión:

① *No participaría de la terapia con el plasma de convalecencia*

Razones:

② *nos puede traer más enfermedades*

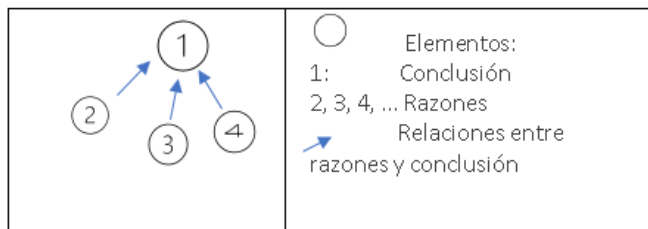
③ *es posible que no quite el Covid*

④ *económicamente aumenta demasiado*

Las relaciones que se presentan entre las razones y la conclusión se muestran en la figura 17).

Figura 17

Relaciones entre los elementos del razonamiento de SM en formato de Saiz



Fuente: A partir de Saiz, 2018

La imagen muestra con flechas azules que la relación entre las razones es independiente, por tal razón, cada una de ellas converge a la conclusión dando soporte de manera individual. Estas relaciones se pueden leer así:

Para la razón ② nos puede traer más enfermedades, entonces ① No participaría de la terapia con el plasma de convalecencia.

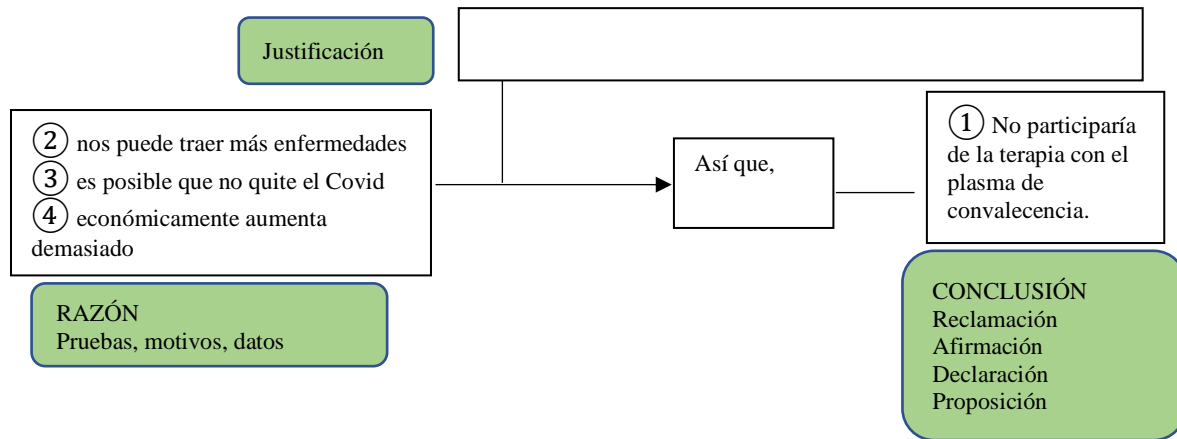
Para la razón ③ es posible que no quite el Covid, entonces ① No participaría de la terapia con el plasma de convalecencia.

Para la razón ④ económicamente aumenta demasiado, entonces ① No participaría de la terapia con el plasma de convalecencia.

Para revisar la presencia y pertinencia de los demás elementos del RI se acudió a la estructura de Toulmin (Figura 18)

Figura 18

Estructura de razonamiento de SM en el formato de Toulmin



Fuente: Autora a partir de Toulmin (1984) Jiménez-Aleixandre (2010) y Saiz (2018)

Si se revisa el razonamiento, no hay una justificación explícita, tampoco resulto fácil identificar una justificación implícita, entre otras cosas porque el texto del razonamiento no brindó elementos suficientes para esto y por otra, porque no se pudo conocer la intención del estudiante al razonar sobre la situación planteada.

En las Secuencias Didácticas. Los datos de la tabla 28 indica que el 100% de los participantes de la investigación presentó conclusiones y razones, mientras que el 73% justificaciones. Los siguientes ejemplos muestran estos resultados.

LS: Si la vacuna contra la covid-19 no fuera obligatoria yo no me la aplicaría, porque a pesar de que garantiza la reducción en el número de contagios, no estoy segura de que esta vacuna sea realmente lo que se espera, no se sabe a ciencia cierta cuáles son los efectos secundarios que conlleva esta vacuna, porque puede que nos ayude a combatir el Covid-19, pero no sabemos si podría debilitar al cuerpo, no sabemos qué tan efectiva resulte ser, en este punto todo podría pasar, prefiero esperar lo suficiente y luego decidir cuál sería el camino correcto, además el cuerpo de los jóvenes generan los anticuerpos necesarios para

combatir distintas enfermedades y no sé cómo reaccionarían ante esta vacuna; igualmente la información que he recibido no me ha dado esperanza sobre esta misma, siento que la información está incompleta y no garantiza nada. Tomaré las medidas necesarias de cuidado para evitar contagiarme que yo pueda propagar el virus, pero no me la aplicare.

En la estructura de este razonamiento ① corresponde a la conclusión; ②, ③, ④ y ⑤ a las razones.

Conclusión:

① Si la vacuna contra la covid-19 no fuera obligatoria yo no me la aplicaría

Razones:

② a pesar de que garantiza la reducción en el número de contagios, no estoy segura de que esta vacuna sea realmente lo que se espera

③ puede que nos ayude a combatir el Covid-19, pero no sabemos si podría debilitar al cuerpo, no sabemos qué tan efectiva resulte ser, en este punto todo podría pasar,

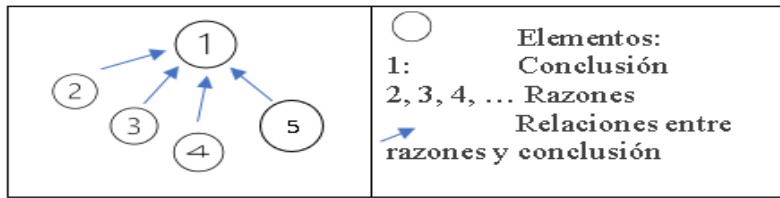
④ el cuerpo de los jóvenes generan los anticuerpos necesarios para combatir distintas enfermedades y no sé cómo reaccionarían ante esta vacuna

⑤ la información que he recibido no me ha dado esperanza sobre esta misma, siento que la información está incompleta y no garantiza nada

Las relaciones que se presentan entre las razones y la conclusión se muestran en la figura 19).

Figura 19

Relaciones entre los elementos del razonamiento de SM en formato de Saiz



Fuente: A partir de Saiz (2018)

La imagen muestra con flechas azules que la relación entre las razones es independiente, por tal razón, cada una de ellas converge a la conclusión dando soporte de manera individual. Estas relaciones se pueden leer así:

Para la razón ② a pesar de que garantiza la reducción en el número de contagios, no estoy segura de que esta vacuna sea realmente lo que se espera, entonces ① Si la vacuna contra la covid-19 no fuera obligatoria yo no me la aplicaría.

Para la razón ③ puede que nos ayude a combatir el Covid-19, pero no sabemos si podría debilitar al cuerpo, no sabemos qué tan efectiva resulte ser, en este punto todo podría pasar, entonces ① Si la vacuna contra la covid-19 no fuera obligatoria yo no me la aplicaría.

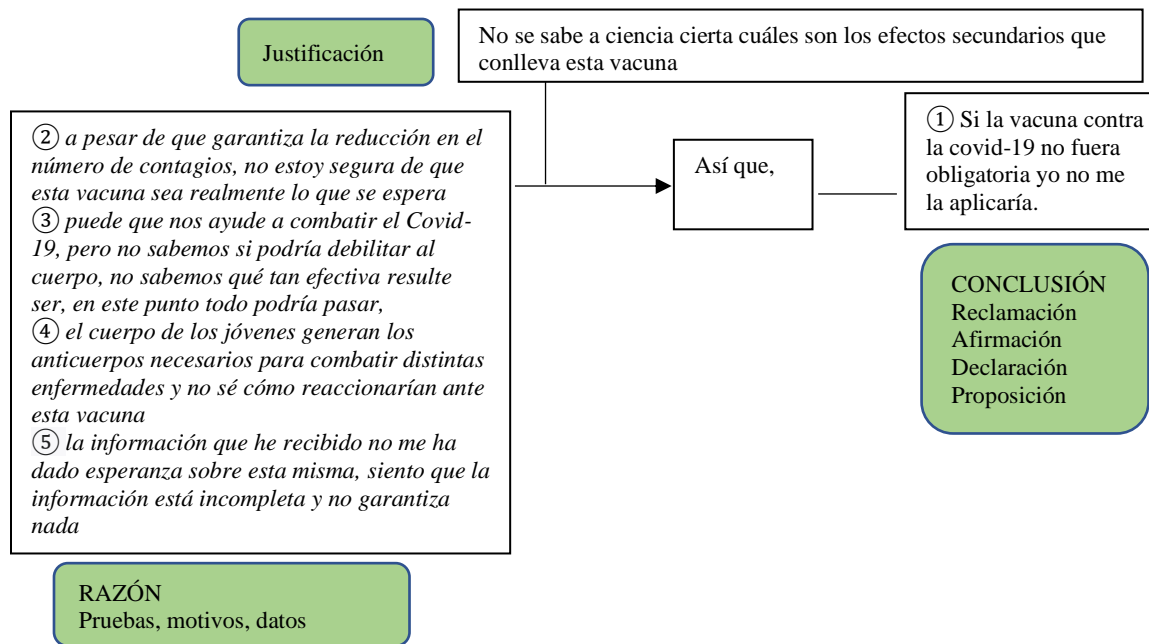
Para la razón ④ el cuerpo de los jóvenes generan los anticuerpos necesarios para combatir distintas enfermedades y no sé cómo reaccionarían ante esta vacuna, entonces ① Si la vacuna contra la covid-19 no fuera obligatoria yo no me la aplicaría.

⑤ la información que he recibido no me ha dado esperanza sobre esta misma, siento que la información está incompleta y no garantiza nada, entonces ① Si la vacuna contra la covid-19 no fuera obligatoria yo no me la aplicaría.

Para revisar la presencia y pertinencia de los demás elementos del RI se acudió a la estructura de Toulmin (Figura 20)

Figura 20

Estructura de razonamiento de SM en el formato de Toulmin



Fuente: Autora a partir de Toulmin (1984), Jiménez-Aleixandre (2010) y Saiz (2018)

La estructura muestra una justificación explícita que corresponde a un conocimiento compartido porque hasta la fecha de la realización de esta actividad los informes científicos no daban cuenta realmente de cuales podrían ser los efectos secundarios de la vacuna, las investigaciones publicadas solo indicaban resultados preliminares a corto plazo. De acuerdo con lo anterior, la justificación validó el paso de los datos ②, ③, ④ y ⑤ a la conclusión ①.

Habilidades Evaluativas. A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir del ATD

En la Caracterización del RI. La frecuencia de habilidades para esta categoría corresponde a Razones relevantes, justificaciones relevantes (85%) > reclamaciones claras (31%) > refutaciones (15%). El siguiente ejemplo muestra algunos de estos resultados.

SC: [...] aunque la imagen y la entrevista dicen que ese método es bueno, no se ha demostrado que no haya secuelas en un futuro. No participaría de la terapia con el plasma de convalecencia, ya que a simple vista se ve algo útil este método, es fácil, económico, y relativamente rápido, pero se necesitan PRUEBAS suficientes, tanto de Colombia como en otros países que han experimentado este método, ya que el Covid-19 es muy reciente, se han hecho muchos métodos para combatir el virus de los cuales son poco eficaces, este método lo tiene que Aprobar la OMS en sus fases que requieran.

Frente al razonamiento se puede decir que:

La reclamación (conclusión) “No participaría de la terapia con el plasma de convalecencia” es una afirmación clara que pone de manifiesto la intención que expresa el razonador.

Las razones (motivos, datos), aunque son relevantes, porque le adjudica algunas características propias del método e indica la necesidad de pruebas que la avalen, no son suficientes para apoyar la conclusión porque deja de lado datos importantes que se suministran en la nota, como por ejemplo las fases que lleva y las que requiere, qué institución o instituciones están realizando el proyecto, etc.

Las justificaciones se pueden presentar de manera implícita o explícita (Jiménez-Aleixandre, 2010), para este análisis solamente se tomaron en consideración las justificaciones explícitas porque no se logró comprobar si realmente los estudiantes las tenían presente en sus razonamientos.

En las Secuencias Didácticas. La frecuencia de presencia de estas habilidades correspondió a: reclamaciones claras (91%) > justificaciones relevantes (73%) > razones relevantes (60%) > refutaciones (18%). Por ejemplo:

SM: Considero que tal vez, por un lado porque pienso que todos los cuerpos y organismos son diferentes, la reacción que podría causar en otros cuerpos sería buena, pero en mi cuerpo podría causar una reacción muy diferente, pero si hay buenas reacciones en organismos parecidos al mío, quizás me pondría la vacuna, pero no estaría cien por ciento segura. En el momento en que lleguen al país me pondría la que tenga mayor rango de efectividad.

En la estructura de este razonamiento ① corresponde a la conclusión; ② y ③ a las razones.

Conclusión:

① En el momento en que lleguen al país me pondría la que tenga mayor rango de efectividad

Razones:

② todos los cuerpos y organismos son diferentes, la reacción que podría causar en otros cuerpos sería buena, pero en mi cuerpo podría causar una reacción muy diferente

③ si hay buenas reacciones en organismos parecidos al mío, quizás me pondría la vacuna

Frente al razonamiento se puede decir que:

se pudo identificar más de una conclusión:

- Considero que tal vez, por un lado
- En el momento en que lleguen al país me pondría la que tenga mayor rango de efectividad.

La primera conclusión no es clara ni relevante, mientras que la segunda deja ver la postura clara del razonador ante la situación planteada, por tal razón es esta la que se toma como conclusión principal (Saiz, 2018.p. 127)

Las razones; ② y ③, aunque son relevantes, no son suficientes para apoyar la conclusión. El razonador dejó de lado aspectos como pruebas o evidencias, informes o estudios científicos, opiniones d expertos, etc. que podrían apoyar mejor la conclusión.

métodos para combatir el virus de los cuales son poco eficaces, este método lo tiene que Aprobar la OMS en sus fases que requieran.

Siguiendo el formato de Saiz, primero se identificaron los elementos del RI, rotulados con números: conclusión ① y ②, ③ y ④. De tal manera que los dos primeros elementos del razonamiento de DC son:

Conclusión:

① No me parece confiable la terapia con plasma para participar de ella

Razones:

② aunque la imagen y la entrevista dicen que ese método es bueno, no se ha demostrado que no haya secuelas en un futuro.

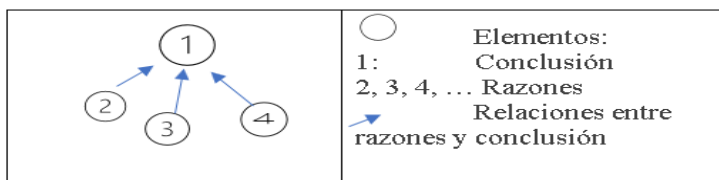
③ a simple vista se ve algo útil este método, es fácil, económico, y relativamente rápido, pero se necesitan PRUEBAS suficientes.

④ se han hecho muchos métodos para combatir el virus de los cuales son poco eficaces.

Posteriormente se establecieron las relaciones entre las razones y la conclusión (figura 22)

Figura 22

Relaciones entre los elementos del razonamiento de SC en formato de Saiz.



Fuente: A partir de Saiz (2018)

La imagen muestra con flechas azules que la relación entre las razones y la conclusión es convergente, donde cada razón apoya a la conclusión de manera independiente. Estas relaciones se leen:

Para la razón ② aunque la imagen y la entrevista dicen que ese método es bueno, no se ha demostrado que no haya secuelas en un futuro, entonces ① No me parece confiable la terapia con plasma para participar de ella.

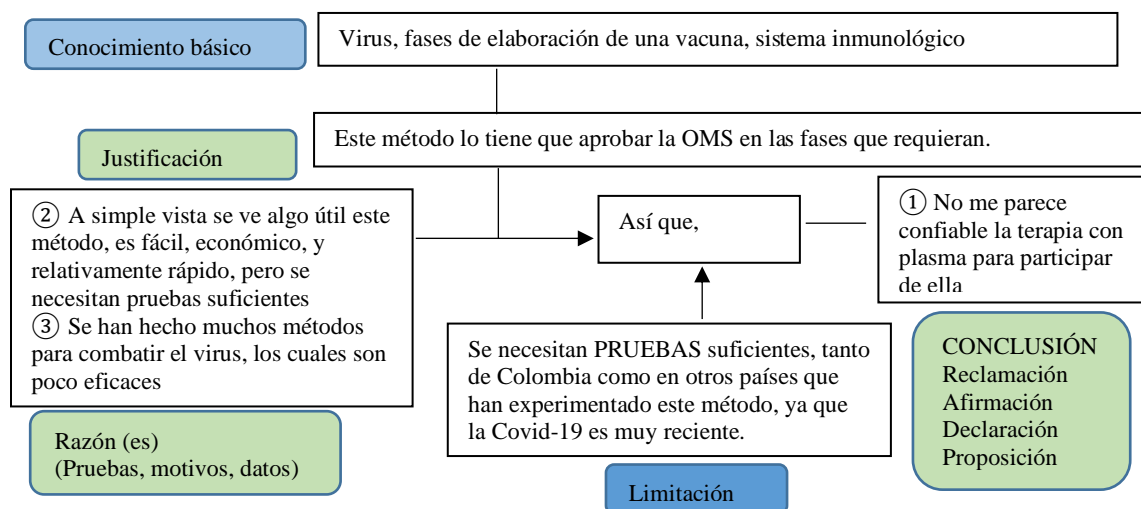
Para la razón ③ a simple vista se ve algo útil este método, es fácil, económico, y relativamente rápido, pero se necesitan PRUEBAS suficientes, entonces ① No me parece confiable la terapia con plasma para participar de ella

Para la razón ④ se han hecho muchos métodos para combatir el virus de los cuales son poco eficaces, entonces ① No me parece confiable la terapia con plasma para participar de ella.

Para revisar los demás elementos y verificar la existencia de las habilidades constructivas se empleó la estructura de Toulmin (figura 23)

Figura 23

Estructura de razonamiento de SC en el formato de Toulmin



Fuente: Autora a partir de Toulmin (1984), Jiménez-Aleixandre (2010) y Saiz (2018)

La estructura muestra que la justificación valida el paso de las razones ②, ③ y ④ a la conclusión ①. También se observa una mayor calidad del argumento ya que además de los elementos básicos (razones, conclusión y justificación) está la presencia de otros elementos como

LA: Yo me pondría la vacuna contra la Covid-19, porque necesitamos poder lograr los cambios que muchos hemos estado esperando desde hace mucho tiempo pero que no se ha sido posible poder lograr eso, hasta el momento que nos apliquemos la vacuna, también me la aplicaría porque quiero poder reunirme con mi familia, con mis amigos, poder volver al colegio de forma presencial permanentemente, poder ir a un restaurante sin problemas, poder volver a hacer las actividades que solía hacer diariamente antes de que empezara todo esto. Me gustaría que nos vacunaran pronto y volver a tener una vida como la que teníamos antes de que llegara el covid-19 a nuestro país, aunque todos sabemos que muy probablemente pasará mucho tiempo para que nuestra realidad vuelva a su normalidad, por lo tanto, debemos estar tranquilos porque pronto llegara el día de que nos vacunen.

En la estructura de este razonamiento ① corresponde a la conclusión; ②, ③ y ④ a las razones.

Conclusión:

① Yo me pondría la vacuna contra la Covid-19

Razones:

② necesitamos poder lograr los cambios que muchos hemos estado esperando desde hace mucho tiempo

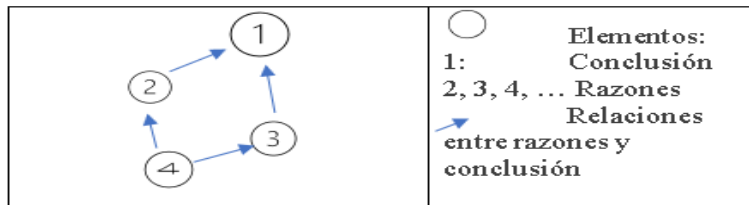
③ quiero poder reunirme con mi familia, con mis amigos, poder volver al colegio de forma presencial permanentemente, poder ir a un restaurante sin problemas, poder volver a hacer las actividades que solía hacer diariamente antes de que empezara todo esto.

④ pronto llegará el día que nos vacunen.

Las relaciones que se presentan entre las razones y la conclusión se muestran en la figura 25).

Figura 25

Relaciones entre los elementos del razonamiento de LA en formato de Saiz



Fuente: A partir de Saiz, 2018

La imagen muestra con flechas azules que la relación entre las razones es mixta, por un lado, las razones ② y ③ son independientes entre sí, pero ambas dependen de la razón ④. De acuerdo con estas relaciones, el argumento es moderado, porque al fallar la razón 4, se dificulta la posibilidad de la ocurrencia de las otras dos razones que dependen de ella. Estas relaciones se pueden leer así:

Para la razón ② necesitamos poder lograr los cambios que muchos hemos estado esperando desde hace mucho tiempo, entonces ① Yo me pondría la vacuna contra la Covid-19

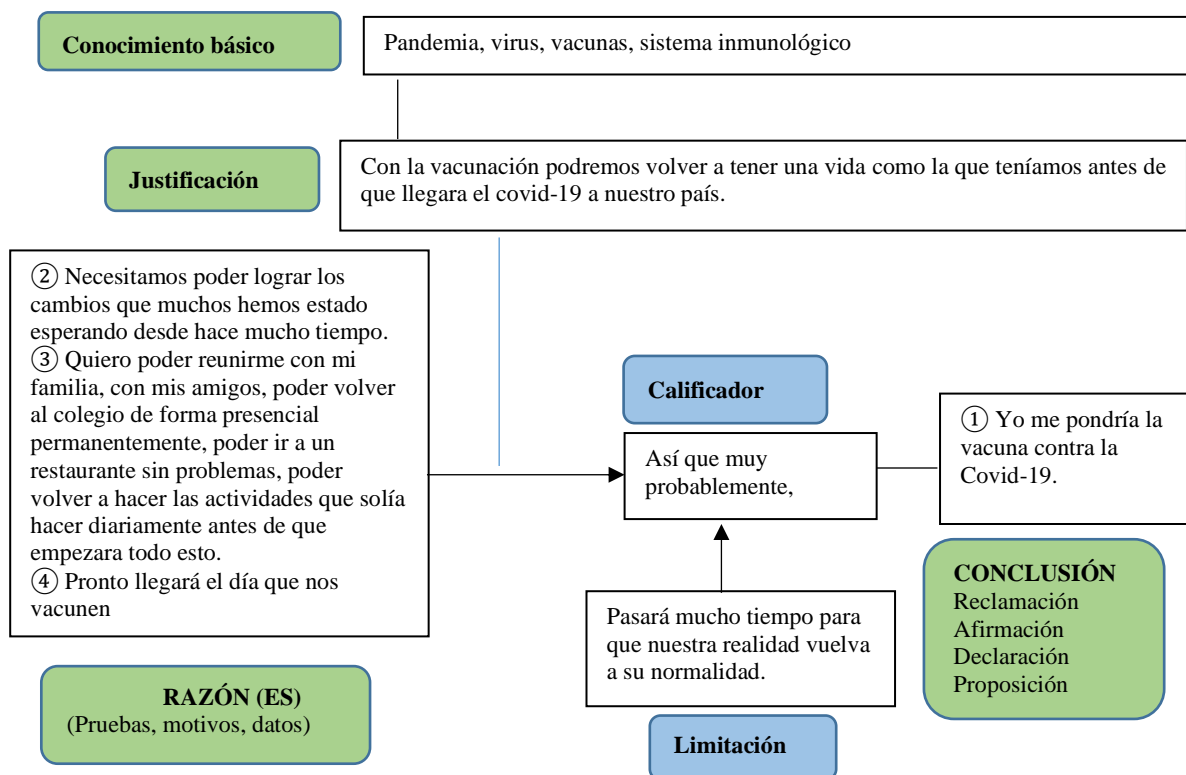
Para la razón ③ quiero poder reunirme con mi familia, con mis amigos, poder volver al colegio de forma presencial permanentemente, poder ir a un restaurante sin problemas, poder volver a hacer las actividades que solía hacer diariamente antes de que empezara todo esto, entonces ① Yo me pondría la vacuna contra la Covid-19.

Para la razón ④ *pronto llegará el día que nos vacunen*, entonces ① *Yo me pondría la vacuna contra la Covid-19.*

Para revisar la presencia y pertinencia de los demás elementos del RI se acudió a la estructura de Toulmin (Figura 26)

Figura 26

Estructura de razonamiento de LA en el formato de Toulmin



Fuente: Autora a partir de Toulmin (1984), Jiménez-Aleixandre (2010) y Saiz (2018)

La estructura permite observar de manera más completa como la justificación valida el paso de las razones ②, ③ y ④ a la conclusión ①. El conocimiento básico relacionado con pandemia, virus, vacunas y sistema inmunológico respalda la justificación, dando mayor apoyo y fuerza a la conclusión. La limitación “*pasará mucho tiempo para que la realidad vuelva a la normalidad*” es la limitación que tienen las razones ②, ③ y ④. El calificador modal “*muy probablemente*” determina el grado de certeza del argumento. De acuerdo con lo anterior, los elementos que logró involucran el razonador le dan mayor calidad a su argumentación sobre el tema en discusión, en este caso la toma de decisión de ponerse la vacuna contra la Covid-19.

Habilidades para Juzgar la Credibilidad de las Fuentes. Los datos obtenidos (tabla 28) en los dos instrumentos se presentan a continuación.

Caracterización del RI. La frecuencia de las habilidades presentadas para esta categoría fue: Respaldo científico (58%) > medio de publicación (23%) > autoridad que emite (15%)

Respecto al respaldo científico, los siguientes razonamientos dan cuenta de esta habilidad

JB: [...] el tratamiento todavía no ha sido probado en ensayos clínicos rigurosos. [...]

DG: [...] no hay evidencias científicas congruentes de que el tratamiento con plasma convaleciente suministrado a las personas con Covid [...]

SC: [...] se necesitan PRUEBAS suficientes, tanto de Colombia como en otros países que han experimentado este método [...]

En estos razonamientos las expresiones: “no ha sido probado en ensayos clínicos rigurosos”, “no hay evidencias científicas” y “se necesitan pruebas” indican la importancia que dan los tres razonadores al respaldo científico para poder tomar una decisión frente a la posibilidad de participar en la terapia con el plasma de convalecencia, en caso de ser pacientes hospitalizados por Covid-19.

En cuanto al medio de publicación, los razonamientos de SC y LS resaltan que la información que toman en consideración fue derivada de la entrevista:

SC: [...] aunque la imagen y la entrevista dicen que ese método es bueno, no se ha demostrado que no haya secuelas en un futuro [...]

LS: Si considero que la terapia podría resultar una alternativa confiable para participar de ella, porque según la entrevista este tratamiento está siendo estudiada por otros países y resulta ser efectiva [...]

Ambos razonadores destacaron la confianza en la información derivada de la entrevista como medio de publicación para determinar si consideraban o no el tratamiento del plasma como una alternativa confiable para participar de ella.

Con relación a la autoridad que emite:

NC: Si se determina con los estudios y partiendo de que los expertos digan que es del todo confiable podría llegar a ser una de las mejores alternativas para salvar muchas vidas.

AC: [...] hasta ahora las pruebas del plasma se han mostrado mayoritariamente positivas y son aplaudidas por los expertos.

Para ambos razonadores la autoridad que emite, en este caso los expertos juegan un papel primordial para considerar la terapia confiable.

En las Secuencias Didácticas. La frecuencia de las habilidades correspondientes a esta categoría es: Respaldo científico (82%) > autoridad que emite (18%) > medio de publicación (9%)

Los razonamientos que involucraron respaldo científico hicieron referencia a aspectos relacionados con la efectividad de las vacunas como se puede evidenciar en los siguientes ejemplos:

SC: En mi caso yo si me aplicaría la vacuna contra la Covid-19. Considero y valoro el trabajo del personal científico y médico para hallar la vacuna, la aplicación de la vacuna genera una baja probabilidad de que las consecuencias de este virus lleguen hasta la muerte, con esto podemos valorar el trabajo de los científicos, y puede que la vacuna no sea 100% efectiva, pero a diferencia de no aplicársela la protección que ofrece es mucha. [...]

DG: [...] Está comprobado que para algunas enfermedades para las que existen vacunas, estas cuentan con una eficacia de un 90-95% para lograr detener la propagación de las enfermedades, y sería igual para el virus de la Covid-19. [...]

DC: [...] me pondría esta vacuna siempre y cuando está ya haya demostrado que no causa resultados negativos o tenga una buena efectividad y eso no ha pasado hasta ahora [...].

Los tres razonamientos valoraron el papel de las investigaciones científicas en el ámbito de la salud de las poblaciones.

En cuanto a la autoridad que emite

DC: [...] la vacuna que hay actualmente no está 100% aprobada por la OMS [...]

JP: [...] Algunas de las vacunas que llegarán a nuestro país son de origen ruso y según la OMS no cumplen con todas las etapas que se requieren para certificarla [...]

Ambos razonadores mencionaron la OMS como la autoridad que emite elementos válidos y confiables a tener en cuenta en el análisis de la situación.

Respecto al medio de publicación:

JS: Según la información que dan los medios de comunicación y lo que se escucha y observa en las redes sociales acerca de la vacuna contra el COVID-19, es que ha sido experimental, y no cuenta con todos los estudios necesarios para poner en producción una vacuna y comprobar la eficacia de la misma en los seres humanos. [...]

En este caso el estudiante acude a la información suministrada por los medios de comunicación y las redes sociales para tomar la decisión de ponerse la vacuna contra la Covid-19.

Habilidades de Razonamiento Informal Involucradas al Debatir sobre CSC

El debate se organizó a partir de la decisión de los estudiantes de participar bajo la modalidad de juego de roles

Los estudiantes seleccionaron el rol que asumirían y el sector desde donde presentarían sus argumentos a favor o en contra de la utilización de la rBGH. Algunos de los argumentos fueron contruidos de manera colaborativa.

El Apéndice H muestra que hubo posturas a favor y en contra únicamente para el sector económico, mientras que para el sector social las posturas fueron solamente en contra del uso de la hormona y para el sector científico fueron a favor; sin embargo, la pregunta 9 buscó indagar sobre las razones por las cuales consideraban que algunos científicos podrían estar en contra del uso de la hormona en razón a que cuando se seleccionaron las posturas no salió este rol entre las opciones y un estudiante propuso que fueran los mismos científicos que dieran cuenta de este aspecto.

Los argumentos de los estudiantes fueron sometidos a ATD en las mismas categorías a priori correspondientes a los cuatro tipos de HRI. La primera parte del debate consistió en dar respuesta a las preguntas orientadoras de las cuales derivaron otras durante la discusión donde algunos de los estudiantes cuestionaban la postura de los ponentes. En la segunda parte del debate se sacaron las conclusiones en torno a la pregunta central.

En términos generales las HRI involucradas en los razonamientos de los estudiantes mostraron el siguiente comportamiento en su frecuencia:

analíticas > evaluativas > constructivas > juzgar la credibilidad de la fuente.

Los porcentajes que se muestran a continuación corresponden los datos de la tabla 28 donde cada grupo de HRI tuvo el siguiente comportamiento:

Habilidades Analíticas. La frecuencia de habilidades correspondientes a esta categoría fue: conclusión, razón (100% c/u) > justificación (71%). Este último porcentaje hace alusión a las justificaciones explícitas, pero no involucró las implícitas.

Habilidades Evaluativas. Para esta categoría la frecuencia de habilidades fue: razones relevantes (79%) > justificaciones relevantes (57%) > reclamaciones claras (50%) > refutaciones (21%)

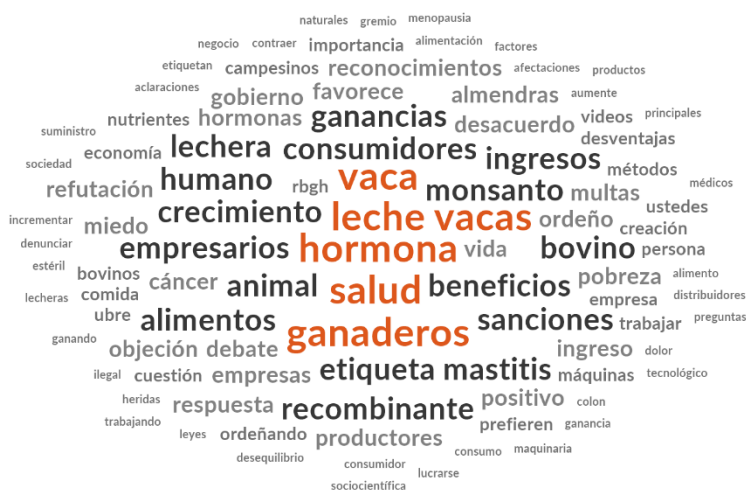
La habilidad con mayor frecuencia para esta categoría fue la habilidad correspondiente a razones relevantes. Se aclara que la categoría indicaba razones relevantes y suficientes, pero no se evidenció que las razones expuestas por los estudiantes, a pesar de ser relevantes, no fueron suficientes para brindar un apoyo más sólido a la conclusión.

Habilidades Constructivas. La frecuencia de habilidades para esta categoría correspondió a: Conocimiento de base (86%) > declara reclamaciones (71%) > califica reclamaciones (36%) > señala limitaciones a las reclamaciones (7%)

La habilidad que presentó la mayor frecuencia correspondió a los conocimientos de base (figura 27) que permitió a los estudiantes analizar, dar respuesta a las preguntas orientadoras, presentar una postura frente al uso de la rBGH y apoyar o refutar la de alguno de sus compañeros de debate.

Figura 27

Conocimientos de base involucrados al debatir sobre el uso de la rBGH



Fuente: Nvivo. Proyecto aportes del RI al PC desde el abordaje de CSC

Habilidades para juzgar la credibilidad de la fuente. En esta categoría la frecuencia de habilidades correspondió a: respaldo científico (57%) > medio de publicación (29%) > autoridad que emite (21%)

Los siguientes ejemplos que corresponden a las respuestas a algunas de las preguntas orientadoras que dan cuenta de la presencia de estas habilidades en los razonamientos de los estudiantes al debatir sobre el uso de la rBGH:

Pregunta orientadora 1 para empresarios y ganaderos en el ámbito económico que están en contra del uso de la hormona: ¿Por qué están en contra de la utilización de la hormona recombinante de crecimiento bovino si ésta les da un ingreso económico y mayor? ¿Cuáles son las desventajas del uso de la hormona?

JP: Nuestros principales argumentos para estar en esa posición es que puede generar un alto desequilibrio económico en campesinos principiantes en el negocio; también genera más gastos que ingresos si se ven desde distintos puntos de vista y no es rentable aplicar esta dosis a los animales para sustentabilizarlos en un futuro por sus complicaciones médicas.

Al analizar el razonamiento de JP se pueden identificar sus tres elementos básicos constitutivos así:

Conclusión: ① No es rentable aplicar la hormona rBGH a las vacas

Razones:

② La rBGH genera más gastos que ingresos

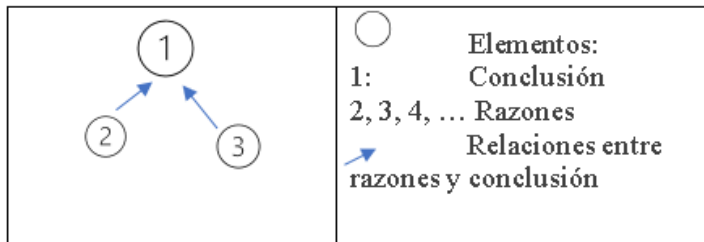
③ La rBGH trae complicaciones médicas a futuro

Justificación: La rBGH puede generar un alto desequilibrio económico en campesinos principiantes en el negocio.

Al analizar las relaciones entre las razones y la conclusión se pudo establecer que las razones apoyan de manera independiente a la conclusión (fig. 28)

Figura 28

Relaciones entre los elementos del razonamiento de JP en formato de Saiz



Fuente: A partir de Saiz (2018)

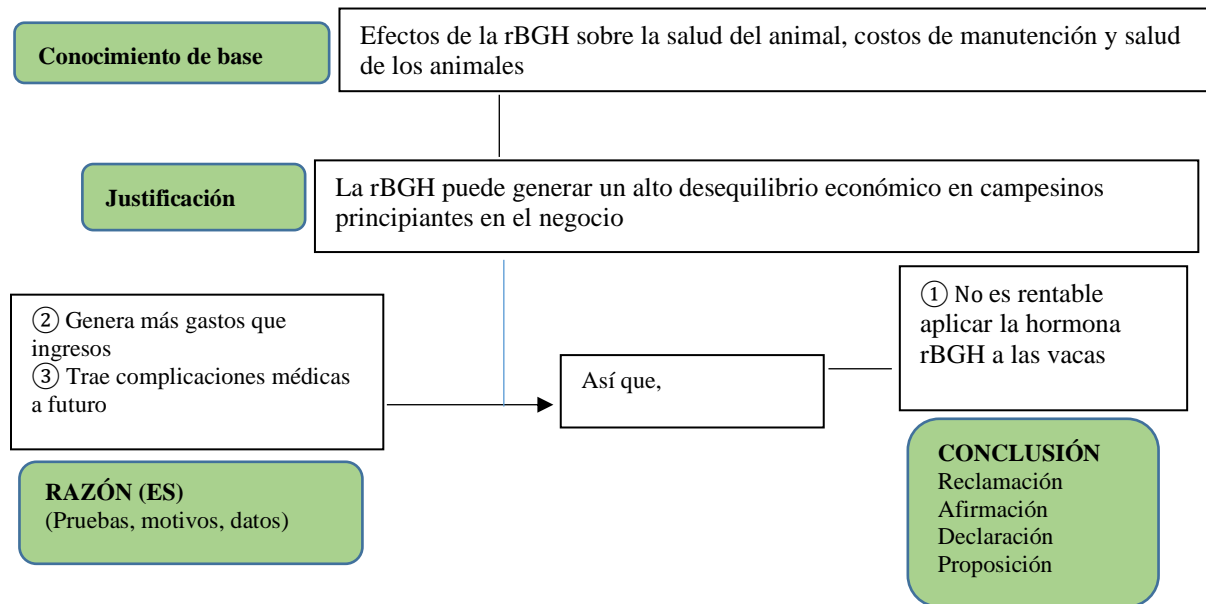
La figura muestra con flechas azules la relación de convergencia que se puede leer así:

- ② La rBGH genera más gastos que ingresos, entonces ① No es rentable aplicar la hormona rBGH a las vacas.
- ③ La rBGH trae complicaciones médicas a futuro, entonces ① No es rentable aplicar la hormona rBGH a las vacas.

Al organizar el razonamiento en la estructura de Toulmin (figura 29) se puede evidenciar los elementos de los argumentos que permitieron establecer las HRI involucradas.

Figura 29

Estructura de razonamiento de JP en el formato de Toulmin



Fuente: Autora a partir de Toulmin (1984), Jiménez-Aleixandre (2010) y Saiz (2018)

La información de la figura permite identificar que para las habilidades evaluativas la reclamación es clara, las razones y la justificación son relevantes, aunque no suficientes. Para las habilidades constructivas se puede evidenciar que JP declara la reclamación ya que la justificación valida el paso de las razones a la conclusión. El conocimiento de base está relacionado con el efecto de la hormona sobre la salud de los animales y los gastos que se generan para mantenerlos bien si llegarán a sufrir algún efecto secundario a causa de la rBGH. El razonamiento no presenta limitaciones ni se califica la reclamación.

En cuanto a las habilidades para juzgar la credibilidad de la fuente, el razonamiento de JP no las presenta.

Pregunta orientadora 9. ¿Por qué creen que algunos científicos están en desacuerdo con la utilización de rBGH, si las investigaciones hechas por su gremio para la creación de la hormona, les genera beneficios económicos y reconocimiento por realizar avances científicos?

Las respuestas a esta pregunta fueron construidas por DG y NC (Apéndice H) Siguiendo el formato de Saiz, primero se identificaron los elementos del RI, rotulados con números: conclusión ① y razones ②, ③, ④, ⑤, ⑥, ⑦, ⑧ y ⑨. De tal manera que los dos primeros elementos de los razonamientos de estos dos estudiantes son:

Conclusión:

① la rBGH es peligrosa para la salud animal y humana.

Razones:

② En la mujer puede aumentar hasta 7 veces la probabilidad de contraer cáncer de mama y menopausia, entonces ① la rBGH es peligrosa para la salud animal y humana.

③ Para las vacas, los efectos que hacen que se vuelva estéril, pierda peso y es más susceptible a tener enfermedades; también sufren problemas como mastitis, abortos y heridas, entonces ① la rBGH es peligrosa para la salud animal y humana.

④ Los animales tratados con la hormona están sujetos a un tremendo estrés, entonces

⑤ La hormona aumenta sustancialmente la producción de leche.

⑥ Genera beneficios y reconocimientos por los avances científicos y tecnológicos

⑦ Algunos científicos están en desacuerdo por sus efectos en la salud tanto del animal como del humano.

⑧ Hay una gran controversia entre los científicos por el uso de la rBGH

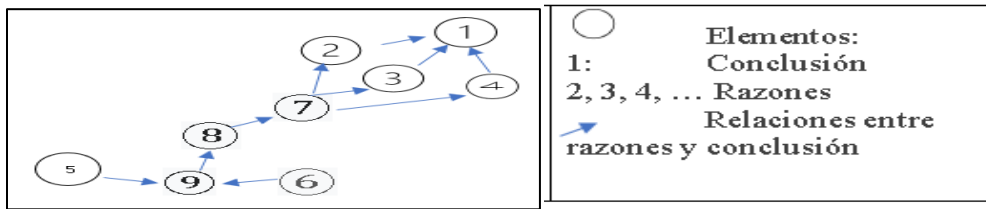
⑨ algunos científicos están a favor de la hormona y otros están en contra.

Justificación: Lo único bueno que sale de la utilización y producción de la hormona son las ganancias y los reconocimientos a la ciencia

Posteriormente se establecieron las relaciones entre las razones y la conclusión (figura 30)

Figura 30

Relaciones entre los elementos del razonamiento de DG y NC en formato de Saiz



Fuente: A partir de Saiz (2018)

La imagen muestra con flechas azules que la relación entre las razones y la conclusión es convergente para las razones ②, ③ y ④ donde cada razón apoya a la conclusión de manera independiente. Las demás relaciones son de tipo encadenado porque la razón ⑦ depende de las razones ②, ③ y ④, mientras que la ⑧ depende de las razones ⑦ y ⑨. A esta última convergen de manera independiente las razones ⑤ y ⑥. Estas relaciones se leen:

② En la mujer puede aumentar hasta 7 veces la probabilidad de contraer cáncer de mama y menopausia, entonces ① la rBGH es peligrosa para la salud animal y humana.

③ Para las vacas, los efectos que hacen que se vuelva estéril, pierda peso y es más susceptible a tener enfermedades; también sufren problemas como mastitis, abortos y heridas, entonces ① la rBGH es peligrosa para la salud animal y humana.

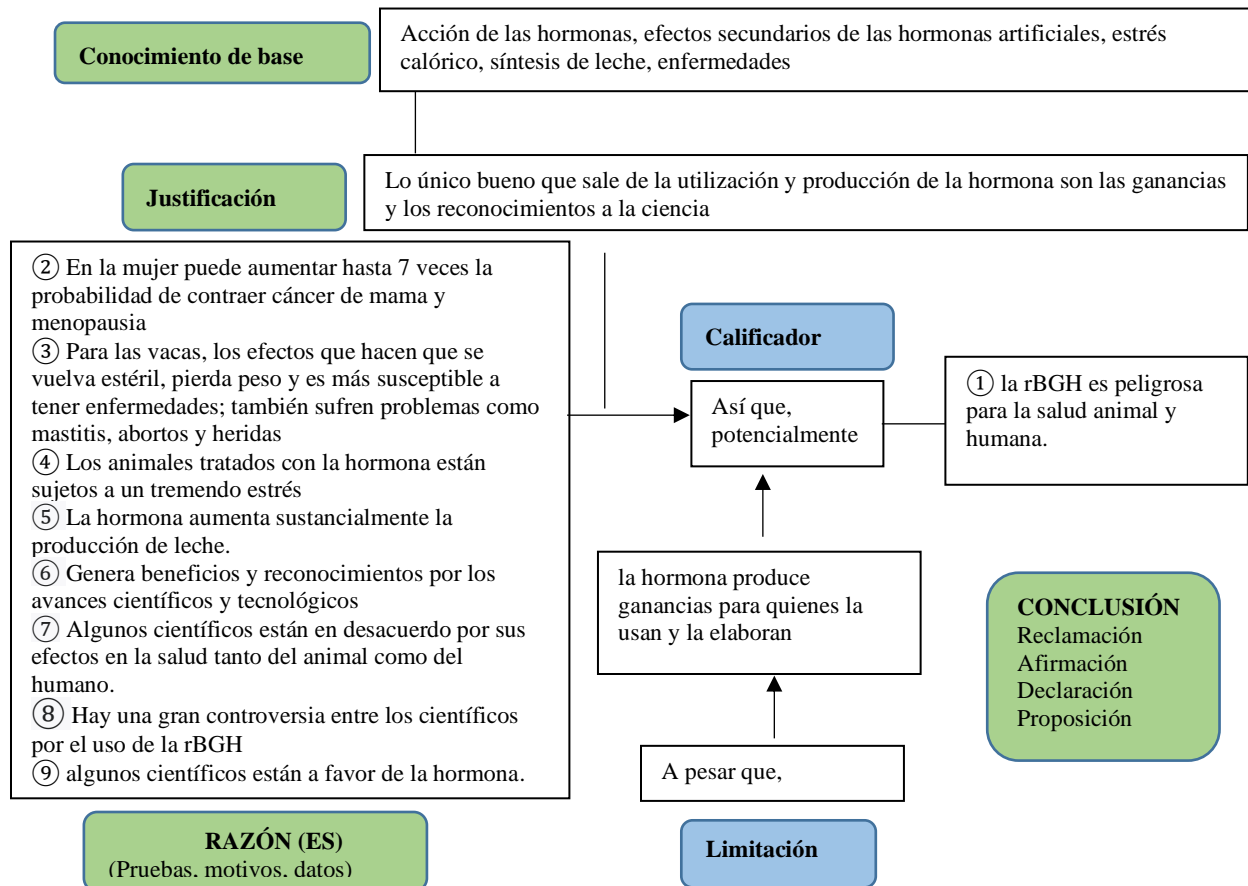
④ Los animales tratados con la hormona están sujetos a un tremendo estrés, entonces ① la rBGH es peligrosa para la salud animal y humana.

⑧ Hay una gran controversia entre los científicos por el uso de la rBGH ⑨ algunos científicos están a favor de la hormona puesto que ⑤ La hormona aumenta sustancialmente la producción de leche, además ⑥ genera beneficios y reconocimientos por los avances científicos y tecnológicos, pero ⑦ Algunos científicos están en desacuerdo por sus efectos en la salud tanto del animal como del humano, entonces ① la rBGH es peligrosa para la salud animal y humana.

Para verificar visualmente la existencia de las demás HRI los argumentos se organizaron en la estructura de Toulmin (figura 31)

Figura 31

Estructura de los razonamientos de NC Y DG en el formato de Toulmin



Fuente: Autora a partir de Toulmin (1984), Jiménez-Aleixandre (2010) y Saiz (2018)

De acuerdo con la información que suministra la figura las HRI que involucraron NC y DG respecto a las HRI fueron:

Habilidades analíticas. La conclusión corresponde a ①; las razones a ②, ③, ④, ⑤, ⑥, ⑦ ⑧ y ⑨; la justificación: Lo único bueno que sale de la utilización y producción de la hormona son las ganancias y los reconocimientos a la ciencia.

Habilidades evaluativas. La reclamación es clara, las razones y la justificación son relevantes. No se presentan refutaciones.

Habilidades constructivas. Los razonadores declaran la reclamación, de tal forma que la justificación validó el paso de las razones a la conclusión; Se calificó la reclamación con la expresión “potencialmente” que indica un alto grado de certeza de la ocurrencia de la reclamación, en este caso que la rBGH representa un peligro para la salud de los animales y los seres humanos. Como limitación a la reclamación se expuso que “a pesar que la hormona produce ganancias para quienes la usan y la elaboran”. Respecto al conocimiento de base, los razonadores se valieron de conceptos relacionados con las hormonas naturales y artificiales, estrés calórico de los bovinos, síntesis de la leche y enfermedades.

Habilidades para juzgar la credibilidad de las fuentes. Los razonadores no mencionaron ninguna autoridad ni medio de publicación de manera explícita. Respecto al respaldo científico hicieron referencia a los avances científicos y tecnológicos, además de los efectos sobre la salud del animal y de las personas que derivaron de investigaciones publicadas en el material consultado (Apéndice G).

Apéndice G

Corresponde a los documentos representados en noticias, entrevistas y vídeos utilizados para el debate sobre la rBGH.

Documento	Descripción
Somatropina recombinante bovina: usos, efectos y consecuencias reproductivas. Juan Sebastián Rodríguez Pomar (Artículo publicado en 2016)	Es una revisión que busca compilar distintos usos, efectos, consecuencias reproductivas y posibles complicaciones en los bovinos e incentivar su uso en la ganadería colombiana como una alternativa de solución a los diferentes problemas que se presentan actualmente en el país.
Efecto del uso de una somatropina bovina recombinante (STbr) en vacas lecheras a pastoreo bajo condiciones tropicales (Ecologistas en acción- 1998)	Corresponde a un artículo que presenta los resultados de un estudio que evalúa el efecto de la hormona recombinante de crecimiento bovino sobre la producción lechera y el estado metabólico de las vacas lecheras.
Lucha contra Monsanto Resistencia de los movimientos de base al poder empresarial del agronegocio en la “era de la economía verde” y un clima cambiante (La vía Campesina, Amigos de la Tierra Internacional, Combat Monsanto-2012)	Informe sobre las principales luchas contra Monsanto y otras grandes empresas de la biotecnología que promueven agresivamente los cultivos transgénicos. En algunos apartados hacen alusión al uso de la rBGH y sus efectos en la salud humana y animal.
Más de 100 imputados por el uso de una hormona prohibida en granjas para producir más leche. Por RTVE. Es/AGENCIAS . 2013	La nota hace referencia a la operación Brucela de España, que hace investigación para detectar a las personas que están usando la rBGH en las granjas lecheras. Hormona que está prohibida en este territorio.
Hormonas. Informe de la Sociedad Mundial Para la Protección Animal WSPA (Simposio Internacional de Agorecología-2010)	Informa que más del 90% del ganado de engorde de los EEUU. Es implantado o inyectado con hormonas y a un 33% del hato lechero americano se le suministra la rBGH. Los científicos han encontrado que altera la producción de insulina (factor IGF-1) en la leche de la vaca y que es un factor de riesgo potencial para el cáncer de seno y cáncer intestinal.
¿Es la leche animal adecuada para el consumo humano? (Revista Discovery de Salud, No 84. Jun 2006)	El reportaje analiza si realmente la leche animal es beneficiosa para el consumo humano. Aborda los principales efectos de rBGH que se le está poniendo a las vacas para mejorar la producción lechera.

Biosidus busca socios para producir medicamento que incrementa producción de leche de los hatos hasta en 25% (Portafolio Mayo 8 de 2009.)

La nota hace referencia a que la empresa brasileña Biosidus busca nuevos socios en Latinoamérica para fortalecer la producción industrial de la rBGH con el fin de abastecer los mercados de los EEUU.

Documento



La corporación 2 entrega parte 5 y 6

<https://www.youtube.com/watch?v=0D3Rgs7mihg>

https://www.youtube.com/watch?v=Pm6_xpWuEBU&t=7s

Descripción

Documentales de la Corporación. En la parte 5 y 6 presenta las declaraciones donde se denuncia a la corporación MONSANTO por ocultar información relevante sobre la afectación de la rBGH en la salud del animal y de los humanos que consumen la leche proveniente de estas vacas.



Ganadería lechera estabulada intensiva

<https://www.youtube.com/watch?v=liMp2MknsdA>

Programa de ABC Rural. En el vídeo habla sobre la ganadería lechera estabulada intensiva. Presenta como surge la idea de esta técnica y que diferencias presenta con la metodología tradicional

Durante su participación en la II Feria de Ganado Lechero de razas Holstein y Brown Swiss, el Dr. Edgardo Duvaucelle May nos da mayores alcances de la Somatotropina Bovina (BST) y su utilización como herramienta para incrementar la producción en vacas lecheras.



Programa de actualidad ganadera del Perú, que dedicó el espacio para hablar de la rBGH- su historia, usos y beneficios- Presenta algunas recomendaciones para el uso de la hormona para lograr mayor producción de leche.

Uso de la Somatotropina Bovina en vacas lecheras
https://www.youtube.com/watch?v=tvtoDC4uS_o



Publiagro lanzamiento de lactotropina Elanco Bolivia
<https://www.youtube.com/watch?v=kv4G56ZWgJw>

Programa de PULIAGRO haciendo el relanzamiento de la hormona lactotropina de Elanco en Bolivia.

Indican las ventajas de la hormona en la producción lechera. (buscan mejorar la caída de producción de la leche, pretenden lograr más de 1000 litros de leche por lactancia sin afectar el estado reproductivo, ni el estado corporal, ni el tiempo de vida útil de la vaca.



Factores importantes para la producción lechera
<https://www.youtube.com/watch?v=dZ0WU6AiBGM>

Del programa Todo campo tv. Menciona las recomendaciones prácticas a los productores respecto a los puntos principales a tener en cuenta en una producción lechera. realizadas por el Doctor Felipe Figueredo, director del Campo Guarapi, que es uno de los campos más modernos de Paraguay.



Programa Megaleche “valde lleno”
<https://www.youtube.com/watch?v=DfVBPK38VPk&t=444s>

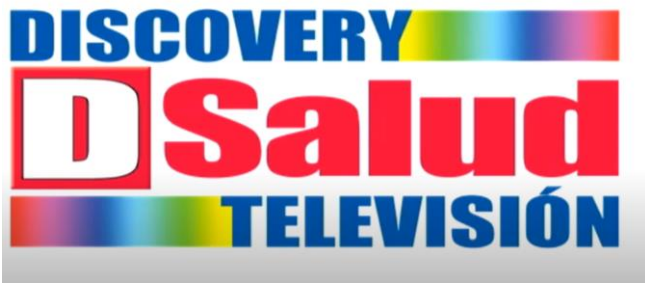
Es una serie de videos de El Reportero del Campo, donde presentan el programa MEGALECHE “VALDE VACIO” del departamento del Atlántico (Colombia) con el apoyo de Israel, Brasil y el SENA.

El programa presenta los avances realizados en el programa.



Alimentación de vacas lecheras en el Salvador

<https://www.youtube.com/watch?v=5RGrFBiEi9U>



Peligros de la leche y sus derivados

<https://www.youtube.com/watch?v=j6kGHCvRIU4>

Programa periodístico del consejo de investigaciones científicas de la Universidad del Salvador.

Trata sobre estrategias viables para el uso de algunas especies de plantas que contribuyen a la disminución del gasto económico en comida para el ganado. En el estudio valoraron el desempeño de las plantas en la etapa de cultivo, los aportes proteínicos y sus aportes en la producción lechera.

Hace un análisis de las consecuencias que trae el consumo de leche derivada de bovinos.

Indica por se ha venido recomendando para la salud, pero también pone de manifiesto cuáles son sus efectos apoyándose en algunos informes científicos.

Apéndice H

Corresponde a la argumentación de los estudiantes al debatir frente al uso de la rBGH como una CSC.

Pregunta central

¿Todo lo que contiene la leche de vaca tratada con la hormona recombinante de crecimiento bovino es bueno para la salud?

Rol	Postura	Sector	Preguntas orientadoras	Argumentos
Empresarios y Ganaderos	EN CONTRA	Económico	1. ¿Por qué están en contra de la hormona recombinante de crecimiento bovino si ésta les da un ingreso económico mayor?, ¿Cuáles son las desventajas del uso de la hormona?	JP. Nuestros principales argumentos para estar en esa posición es que puede generar un alto desequilibrio económico en campesinos principiantes en el negocio; también genera más gastos que ingresos si se ven desde distintos puntos de vista y no es rentable aplicar esta dosis a los animales para sustentabilizarlos en un futuro por sus complicaciones médicas.
		Salud	2. ¿Que se les debe exigir a las empresas lecheras en cuanto el tema de la sanidad? 3. ¿Cuáles son las principales afectaciones para la salud de las vacas tratadas con la hormona recombinante de crecimiento bovino y para los consumidores de esa leche?, ¿hay evidencias científicas que respalden lo que informan los medios de comunicación?	MG. Se debe exigir total desinfección a la maquinaria utilizada en el proceso de ordeño y en caso de ser ordeño manual, que todas las personas que tengan contacto con la ubre de la vaca usen desinfectantes que no le hagan daño al animal. SM. A las vacas les da mastitis y se les inflama las ubres y hace que bajen de peso; a los consumidores les da cáncer y les afecta el colon. cuando a las vacas les da mastitis les aplican un tipo de antibiótico que es un medicamento y eso puede traer consecuencias cuando tú vayas a consumir esa leche. MG. las vacas tratadas con esta hormona padecen una serie de efectos secundarios como por ejemplo la más común es la mastitis que hace que la vaca tenga un dolor innecesario, inflamación y secreción de pus en la ubre; también pierde peso y se vuelve estéril, al perder peso se hace más fácil el contagio de enfermedades. JA. Hay un aumento en los niveles de igf-1 que es uno de los factores de crecimiento llamado somatomedinas en la leche del animal, esto puede generar tipos de cáncer humano y poseen efectos biológicos sobre el peso corporal, el peso del hígado y la longitud de los huesos. Moderador: ¿Hay alguna evidencia científica? DR. No porque si alguien muere de cáncer no van a saber que fue por culpa de las hormonas que le aplicaron a las vacas, pero con una investigación exhaustiva se podría establecer que hay un factor importante que se llama corrupción, que los grandes ganaderos y distribuidores de leche corrompen a los gobiernos para que les den los permisos para elaborar sus productos sin control alguno.

A FAVOR	Social	<p>4. ¿Cómo empresa, etiquetan la leche que trae la hormona, para que los consumidores vean su diferencia y puedan elegir qué leche consumir?</p> <p>5. ¿Si ustedes como expertos en el tema ganadero tienen conocimiento sobre otros métodos o maneras naturales de aumentar la producción lechera y a la vez sus ingresos económicos, sin que esto repercuta de una manera negativa en los animales y en los consumidores, por qué prefieren usar esta hormona?</p>	<p>LA. Si la etiquetan, pero hay muchas personas que no leen la información de estas etiquetas y por eso mismo también les da enfermedades; obviamente, cada uno tiene que ver que la etiqueta esté para, de cierta forma prevenir estas enfermedades.</p>
	Económico	<p>5. ¿Si ustedes como expertos en el tema ganadero tienen conocimiento sobre otros métodos o maneras naturales de aumentar la producción lechera y a la vez sus ingresos económicos, sin que esto repercuta de una manera negativa en los animales y en los consumidores, por qué prefieren usar esta hormona?</p>	<p>LA. No todos prefieren usar la hormona, hay muchos que prefieren emplear métodos naturales como mejorar los minerales en su comida, subir las defensas del animal o aumentar la producción lechera, por ejemplo, ordeñar con mayor frecuencia y esto puede aportar, digamos que los que usan esta hormona lo hacen para lucrarse más que todo, ya que debido a que logran más producción de leche, se lucran más.</p> <p>refutación: DC. Entonces sí lo que estás diciendo es que la producción de la hormona genera más producción de leche, digamos que si denuncian esto, según las leyes de nuestra constitución política y los demandarán no estarían ganando menos.</p> <p>LA Sí podría ser, pero a veces la gente quiere lucrarse más, por eso no denuncian o tienen miedo de lo que les pueda pasar, porque, no nos digamos mentiras, pero a veces los ganaderos tienen poder.</p> <p>DC. pero podría denunciar</p> <p>LA. sí, pero a veces por miedo no lo hacen</p> <p>DC. Y si denunciaran, no importaría la producción</p> <p>LA. De acuerdo, por eso te digo que por miedo no lo hacen, por ejemplo, tengo familia que es ganadera que no tiene poder y puede que por miedo a la otra gente no denunciar esto.</p> <p>DC. Pero también les daría multas a las empresas que producen estas hormonas porque ya hay países donde han prohibido el uso de esta hormona.</p> <p>ER: En mi caso Yo estoy a favor del uso de la hormona, primero porque pues ayuda bastante a la economía del país y segundo, pues ayuda a los ganaderos y empresarios que todos los días deben estar en el campo ordeñando, que deben estar pendiente de las vacas, de la comida, en cambio con esta hormona, pues los ayuda bastante, que no estén todo el día ordeñando y ya, pues así en general no tienen que trabajar tanto y empeñar toda su día y toda su vida en</p>

ganaderos y consumidores de la leche producto de las vacas tratadas con la hormona)? ¿Tiene datos que respalden su postura?

este trabajo que creo yo, que es muy duro para ellos. Por otra parte, Trae una mejor producción lechera, una mejor rentabilidad, ingresos económicos para los productores y ganaderos.

Refutación. GC: ER dice que la hormona trae mayores ganancias para los ganaderos y productores, pero según lo que investigué dice que una vaca, digamos tratada con la hormona sólo tiene un año de vida útil en cambio uno no tratada con hormona tiene 3 años, digamos que si calculamos los datos una vaca tratada con la hormona produce 55 litros al día, mientras que una no tratada con la hormona produce 40 litros de leche al día, entonces si esto se multiplica por los años de vida útil que tiene la vaca que no tiene la hormona produciría más leche en mayor tiempo que la que tiene la hormona.

JB. Yo estoy de a favor con la hormona ya que se usa para incrementar la producción de leche y aumenta las contracciones séricas del factor de crecimiento parecido a la insulina tipo IGF1 del que estaban hablando mis compañeros y qué es una de las hormonas más importante y también ambas de las hormonas que regulan los procesos fisiológicos para incrementar la lactopoyesis.

Refutación: MG. ¿Si aun sabiendo que esta hormona hace bien para los campesinos, ustedes por qué creen que se debería seguir usando sabiendo que le hace un mal a los animales?

SM no solo a los animales, también a los consumidores

Respuesta: ER. Pues si a los consumidores les hace daño pues para eso decían lo de la etiqueta no, o sea que pongan la etiqueta y que ellos se fijen bien y se llenen de información para saber que tenga esa leche.

Refutación: MG. Pero si, pero ustedes, ¿tú no crees que teniendo esa etiqueta el consumidor no va a querer consumir esa leche? así va a bajar la petición de la leche?

SM: y también digamos en la etiqueta no aparece que tiene esa hormona, o sea no todos la van a poner, digamos unos sí, pero digamos no ponen en la etiqueta que tiene esa hormona yo que voy a saber que la tiene, yo la voy a consumir porque no sé que la tiene.

DG: yo tengo una pregunta: ¿Todas las leches, es decir, todas las marcas de leche tienen la marca que dice que tienen o no hormonas?

DR: la mayoría de ellas creo que no tienen por conveniencia, es obvio

DG: ¿Cuáles son las marcas que tienen la marquilla?

LA: Son más que todo las estadounidenses, leí en Colombia y no como en las tiendas donde compran la leche y no viene con etiqueta o no traen la hormona.

ER: ahorita preguntaron que si sabiendo los daños que le hace la hormona a la vaca, por qué la seguíamos usando, y pues como también hay bastante información de las desventajas, también hay información sobre las ventajas y

8. ¿Ustedes reciben apoyo económico del gobierno debido a sus investigaciones sobre el uso de la hormona recombinante del crecimiento bovino?

en un artículo leí que según estudios en lo científico se concluyó que la hormona puede acelerar el proceso embrionario lo cual es mejor que el retardo del proceso lo que ocurre Naturalmente y también puede evitar el efecto de algunos factores tóxicos para los embriones presentes en el ámbito uterino.

DG: La producción lechera ha sido una de las grandes áreas del desarrollo de la zootecnia, eso es más que evidente, en ella se reúne el mejoramiento genético, luego pues en la producción de leche, disposición de la ubre, velocidad de ordeño, variación en la composición química, el rendimiento lácteo en subproductos, entre otros, y sí, obviamente los científicos reciben un apoyo económico debido a sus investigaciones sobre el uso de la hormona. Es Monsanto quien paga a esos científicos para hacer los estudios y producción de esta hormona, ya que es él quien recibe las ganancias directamente, pues por ser pues el productor. En 1993 FDA declaró que la hormona era oficialmente segura, entre comillas y Monsanto empezó a vender la hormona bajo el nombre de Posilac. En estados Unidos hay dos beneficios del uso de la hormona a gran escala: uno es un ingreso anual estimado de Monsanto entre los 300 y 500 millones de dólares y otro es el incremento estimado de un 12% en el suministro de leche del país. Esto puede concluir que queda claro que solo Monsanto se beneficia de la venta de este producto, muchos reciben apoyo económico de esta empresa, no se sabe cuál es la cifra exacta porque no la hacen pública, pero contando con que Monsanto es un gran imperio que recibe mucho dinero anualmente, se puede deducir que ha de ser una gran cifra. Básicamente la conducta de Monsanto en esto como lo hemos visto en los temas relacionados con la hormona ha sido una de las cosas menos honesta.

NC quiero complementar ese argumento. Algunos de los fondos que nos apoyan a nosotros los científicos son algunos que están ubicados en Ciudad de México y están denominados como el Fondo de Cooperación Internacional de Ciencia y Tecnología FONCICYT, también tenemos otros como el Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico y de innovación (FORDEC), entre otros.

JB. ¿de todas las colaboraciones del gobierno, Cuál es la suma que más alta les ha dado?,

NC. Como se había mencionado, el que más recibe es Estados Unidos con cifras que pueden alcanzar hasta los 500 millones de dólares, y pues por parte del gobierno se dividen una parte.

9. ¿Por qué creen que algunos científicos están en desacuerdo con la utilización de rBGH, si las investigaciones hechas por su gremio para la creación de la hormona, les genera beneficios económicos y reconocimiento por realizar avances científicos?

NC. Pues están en desacuerdo porque pueden generar daños en la salud de la vaca tanto como en la del humano, en la mujer puede aumentar hasta 7 veces la probabilidad de contraer cáncer de mama y menopausia. Además, para las vacas, los efectos que hacen que se vuelva estéril, pierda peso y es más susceptible a tener enfermedades, por eso algunos científicos están en desacuerdo porque lo hacen por la salud tanto del animal como del humano. también sufren problemas como mastitis, abortos y heridas.

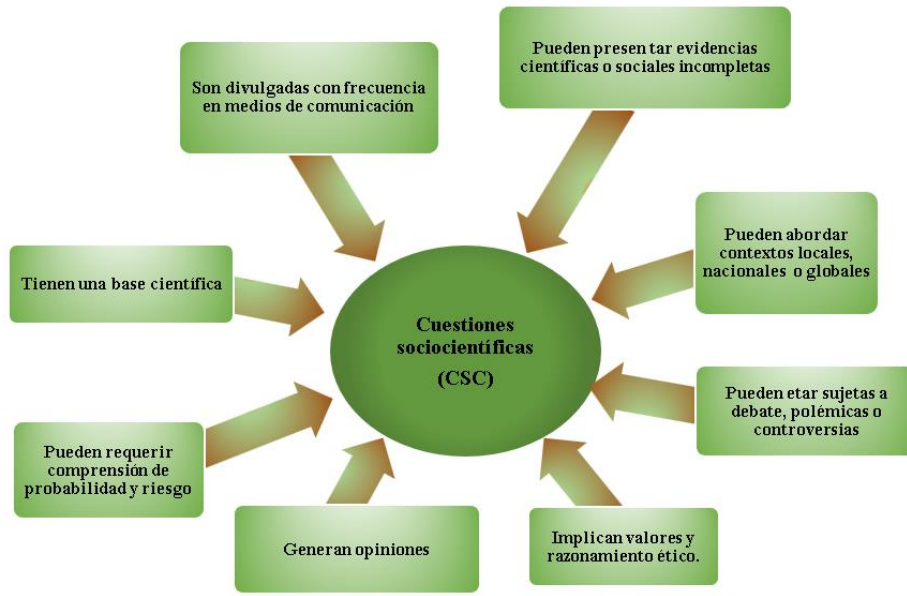
DG, yo desde mi punto de vista pienso que hay científicos que están en desacuerdo con la utilización de la hormona, pues a pesar de que las investigaciones hechas por la ciencia en cuanto a la creación de esta les genera beneficios y reconocimientos por realizar estos avances tanto científicos como tecnológicos ya que pues el uso de esta hormona causa graves consecuencias en la salud de los bovinos inyectados con esta y pues adicionalmente también afecta la salud de las personas que consumen esa leche. Digamos que lo único bueno que sale de la utilización y producción de la hormona son las ganancias y los reconocimientos a la ciencia, pero pues de resto como que no se ve nada positivo. Normalmente vemos como hay una gran controversia entre los científicos ya que algunos están a favor de la hormona y otros están en contra; también es importante recordar que los animales tratados con la hormona están sujetos a un tremendo estrés y la inyección de esta hormona incrementa sustancialmente la producción de la leche, pero también hace que sean más susceptibles a enfermedades que afectan su salud. A pesar de que esta hormona produce buenas ganancias para quien las usa y para quienes la elaboran, especialmente para Monsanto, es una hormona potencialmente peligrosa para la salud animal y humana, es algo que todos tenemos claro, entonces es por eso que muchos científicos no están a favor del uso de la hormona pese a los beneficios y reconocimientos por realizar los avances para la creación de esta.

Fuente. Elaboración propia

Apéndice I

Corresponde a las tres secuencias didácticas implementadas en la intervención en el aula.

IDENTIFICACIÓN SECUENCIA DIDÁCTICA No. 1				
Título: ¿Porque el SARS- CoV-2 es una cuestión sociocientífica y cómo argumentan los expertos sobre ella?				
Nivel de estudio	Campo de pensamiento	Tiempo asignado por momentos		
		Indagando conocimientos	Me acerco al conocimiento	Aplico lo aprendido
Básica secundaria	Científico (ciencias naturales, tecnología); Histórico (sociales); Comunicativo (inglés)	60 minutos	240 minutos	120 minutos
<p>Problema significativo del contexto: El SARS-CoV-2 es un virus que causa la Covid-19 y que ha puesto a prueba a nivel global las sociedades en todos los ámbitos (económico, político, social, etc.) generando controversias que se han dado a conocer a través de los diferentes medios de comunicación. Abordar la situación de la Covid-19 como una cuestión sociocientífica (CSC) por ser un tema con bases científicas que tiene implicaciones sociales y ambientales, resulta una oportunidad para que los estudiantes establezcan interrelaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente; apliquen el conocimiento científico en situaciones concretas; fortalezcan habilidades de pensamiento y valores como la solidaridad, el respeto y la tolerancia hacia el otro, que les permita afrontar diversas situaciones de su contexto.</p>				
Objetivos	Docente: Dar a conocer algunos fundamentos teóricos relacionados con las cuestiones sociocientíficas, <u>razonamiento informal y pensamiento crítico.</u>			
	Estudiante: Elaborar listas de chequeo para identificar características, elementos y tipos de razonamiento informal.			
<p>Preguntas orientadoras: ¿Cuál considero que ha sido el impacto de la Covid-19 en diferentes escenarios de las naciones que la están padeciendo y cómo razonan los expertos frente a esta crisis?</p>				
Conceptos asociados	<ul style="list-style-type: none"> - Cuestiones sociocientíficas - Razonamiento informal: características, elementos y tipos 			
INDAGANDO CONOCIMIENTOS				
<p>Reflexiono y respondo a las preguntas (sin consultar en ninguna fuente)</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué sé del SARS-CoV-2? - ¿Considero que la Covid-19 es una cuestión sociocientífica? ¿Por qué? 				
ME ACERCO AL CONOCIMIENTO				
<p>- Las cuestiones sociocientífica (CSC) son cuestiones sociales originados por el impacto de la ciencia y la tecnología que dan lugar a controversias entre los ciudadanos. Hay muchas situaciones que han sido ocasionadas por la ciencia y la tecnología, pero que no son consideradas como una cuestión sociocientífica. De acuerdo con Ratcliffe y Grace (2003), para que una cuestión se considere como sociocientífica debe cumplir con las características que se señalan en la gráfica.</p>				



- Realizo la lectura de los siguientes apartados de la noticia:

“Coronavirus: qué se sabe de las mutaciones del virus del covid-19 (y cómo los científicos las están siguiendo en tiempo real)”

Por Alejandra Martins BBC News Mundo. 14 mayo 2020.

Mutaciones frecuentes

"Una de las primeras cosas que debemos entender es que las mutaciones ocurren en todos los organismos", le explicó a BBC Mundo la científica Adriana Heguy, directora del Centro de Tecnología del Genoma de la Escuela de Medicina Grossman, de la Universidad de Nueva York, quien nació en Uruguay.

"A medida que las células de cualquier organismo se replican van adquiriendo mutaciones", explica.

"En el caso de los virus ARN (cuyo material genético es ácido ribonucleico), como el que causa el covid-19, mutan mucho más rápido por el mecanismo intrínseco de la replicación, porque cuando el virus va haciendo copias de sí mismo la enzima que replica su genoma comete errores". Al secuenciar el genoma de un virus ARN los científicos determinan el orden de los cuatro componentes básicos químicos, las llamadas "bases", simbolizadas por las letras A, G, C y U, que forman la molécula de ARN.

Y al comparar las diferentes secuencias es posible identificar mutaciones, que, para hacerse una idea, **podrían considerarse como errores tipográficos** que ocurren durante el proceso de copia. Sin embargo, la palabra mutación no necesariamente debe ser motivo de alarma.



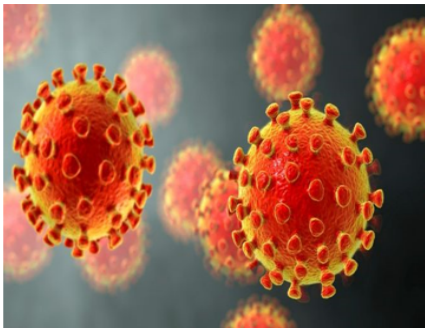
Adriana Heguy, directora del Centro de Tecnología del Genoma de la Escuela de Medicina Grossman, de la Universidad de Nueva York

Mutación no equivale a mayor riesgo Heguy señala que "la mayor parte de las mutaciones probablemente no tienen ningún efecto, así como la mayor parte de las variaciones genómicas entre una persona y otra no tienen ningún efecto en materia de enfermedad". "Pero algunas de estas mutaciones sí pueden tener efecto sobre el virus", añade.

Recientemente varios medios informaron sobre un trabajo preliminar en torno al tema del Laboratorio Nacional de Los Álamos, en Estados Unidos, aún no revisado formalmente por pares (científicos independientes a la investigación). El estudio indica que una mutación en una de las proteínas del virus lo haría más contagioso. Sin embargo, **varios expertos aseguran que aún no hay consenso sobre si una de las mutaciones del nuevo coronavirus es más peligrosa que otras.**

En otras palabras, la hipótesis es posible en principio, pero la evidencia en el estudio no lo demostraría.

"No hay ninguna evidencia sólida en este momento para pensar que esa mutación o cualquier otra mutación es más transmisible o causa síntomas más graves de covid-19, aunque es válido seguir investigando este tema", le afirmó Heguy a BBC Mundo.



Muchas mutaciones, una cepa Vincent Racaniello, profesor de microbiología de la Universidad de Columbia, advierte sobre el error en los medios de magnificar la importancia de cada mutación.

"Por el momento **solo hay una cepa de SARS-CoV-2**", asegura Racaniello en su blog *virology.ws*.

"Cepa" es un término usado a veces en microbiología en forma más laxa como "variante".

Sin embargo, para Racaniello, debe reservarse estrictamente para variantes con propiedades biológicas diferentes y hasta ahora "nadie ha demostrado" que exista un virus aislado de algún paciente con esas características.

"Lo que justificaría hablar de una nueva cepa serían por ejemplo los cambios en la virulencia (la capacidad de causar enfermedad),

en la habilidad del virus de ser bloqueado por una respuesta inmunológica, o en la estabilidad del virus a altas temperaturas", le explicó Racaniello a BBC Mundo.

Hasta ahora, según el investigador, "los virus aislados de muestras de pacientes son diferentes en la secuencia de sus genomas, pero **tienen las mismas propiedades biológicas, por lo que son la misma cepa**".

Tres rutas a Uruguay

En el caso de Uruguay, Iraola y sus colegas secuenciaron 10 genomas de muestras de pacientes durante la fase temprana de la epidemia en el país a mediados de marzo.

"Nosotros encontramos en estos 10 casos tres introducciones independientes a Uruguay de tres continentes distintos: una desde Europa, más concretamente desde España, otra desde Norteamérica, muy posiblemente desde Canadá, y la tercera desde Australia", afirmó el investigador del Institut Pasteur.

"Además pudimos estimar las fechas más probables de esas introducciones, que nos indican que hay posibilidad de que hayan sido previas a los primeros casos reportados en el país".

La comparación de genomas permite no solo identificar desde dónde viajó el virus, sino cuándo.

"Eso es posible porque **las mutaciones se van acumulando en el genoma a un determinado ritmo**, a una determinada tasa, es decir, ocurren cada determinada unidad de tiempo, lo que se llama reloj molecular", afirmó Iraola, cuyo estudio acaba de ser divulgado y aguarda revisión por pares.

"Nosotros sabemos por ejemplo que el virus se detectó en Uruguay el 13 de marzo, y tenemos datos de todos los virus secuenciados de todo el mundo de los cuales conocemos su país de origen y la fecha exacta en la que se detectaron".

"Es básicamente como un reloj. Comparando las tasas de cambio genético podemos estimar cuál fue la fecha en la que ese virus estuvo presente antes en otro lugar."

Pienzo y respondo:

De acuerdo con las características de una CSC ¿podría considerar que los fragmentos de las noticia corresponden a una cuestión sociocientífica? justifico mi respuesta.

Propongo una situación que considere puede ser ejemplo de una cuestión sociocientífica y explico por qué las considero así.

Pensamiento crítico. la palabra pensamiento viene del verbo latino *penso* que significa, según la Real Academia de la Lengua (1970), imaginar, discurrir, imaginar; examinar con cuidado una idea para formular un dictamen. Se habla de diferentes tipos de pensamiento, uno de ellos es el crítico (PC).

La Organización para la Cooperación y el desarrollo económicos (OCDE). (2005, 2010) considera el PC como una de las competencias transversales necesarias para poder desempeñarse eficientemente en la sociedad de la información y la comunicación. Esto dado que es una habilidad de orden superior que requiere cuestionar, indagar, analizar, valorar, reflexionar, argumentar y juzgar sobre cualquier información o situación que se presente en un contexto.

Para el concepto de PC no hay una definición unificada. La siguiente tabla muestra la propuesta de diferentes autores.

AUTOR	DEFINICIÓN PC
PIAGET	Define el pensamiento crítico como “[...] el segundo objetivo de la educación es formar mentes capaces de ejercer la crítica, que puedan comprobar por sí mismos lo que se les presenta y no aceptarlo simplemente sin más” (Piaget, 1980, p110.)
Lipman M.	Lo define como un pensamiento que facilita el juicio porque se basa en criterios; es autocorrectivo y sensible al contexto (Lipman, 1991, p 174)
Richard Paul y Linda Elder	Es un modo de pensar sobre cualquier tema, contenido o problema en el cual el pensante mejora la calidad de su pensamiento al apoderarse de las estructuras inherentes al acto de pensar y al someterlas a estándares intelectuales (Paul y Elder, 2003, p.4)
ENNIS	Pensamiento de carácter racional y reflexivo encaminado a la toma de decisiones en cuanto al hacer y al creer. Está constituido por disposiciones que hacen parte de sus componentes. (Ennis,1985, citado por Boisvert, Jacques, 1999. p. 16)
Deanna Kuhn	Lo considera como una forma de argumento razonado sustentado en el examen de las pruebas.
Dewey	La considera como una acción activa, persistente y cuidadosa de una creencia o de una forma supuesta del conocimiento a la luz de los fundamentos que lo sustentan y a las conclusiones a las que se dirige.
Asociación Filosófica Americana (1990) en Facione (2007)	Juicio deliberado y autorregulado empleado para interpretar, analizar e inferir, además de explicar las consideraciones a nivel conceptual, de criterio, de evidencia y contextuales en las que se basa dicho juicio.
Sternberg (1986)	Lo considera como un conjunto de procesos, estrategias y representaciones mentales que puede emplear un individuo ya sea para la resolución de problemas, la toma de decisiones o la manera de aprender conceptos nuevos. (Stemberg, 1986, p. 3)
Villarini (2003)	Capacidad de pensamiento cuyo origen es la metacognición y el individuo lo emplea para auto examinarse y autoevaluarse.
Jiménez Aleixandre (2010)	Capacidad que tienen los individuos para desarrollar una opinión independiente, adquiriendo la habilidad de reflexionar acerca de la realidad y participar de ella.
Solbes & Torres (2012)	En el contexto de las CSC, es el conjunto de capacidades que tienen los sujetos para estructurar su propia forma de pensar que les permite distinguir la veracidad de los argumentos, tomar posturas frente a situaciones sociales para llevar a cabo un papel activo en las decisiones culturales y científicas asumidas desde una responsabilidad social.
Molina, Morales y Valenzuela (2016)	Un tipo de pensamiento requerido para ejecutar diversas habilidades cognitivas y disposiciones con el ánimo de reflexionar acerca de una determinada situación en términos de darle una solución o emitir un juicio.

Las características del pensamiento crítico se muestran en la siguiente imagen



Razonamiento informal

El razonamiento es el proceso de construir y evaluar argumentos (Shaw ,1996), es fundamental para el aprendizaje de las ciencias (Kuhn, 1993 y Jiménez, 1998) y está relacionado con los procesos de toma de decisiones (Giere, 1994).

Comúnmente se habla de dos tipos de razonamiento, el formal y el informal. En la literatura se encuentran muchos elementos que permiten establecer comparaciones entre los dos, algunos muestran puntos en común y otros logran establecer algunas distinciones, como se muestra a continuación.

DIFERENCIAS	
Razonamiento formal	Razonamiento informal
<p>Es equivalente al matemático, al algorítmico Sinónimo de deductivo Es algo rígido y circunscrito a una situación determinada Sus problemas están bien definidos¹ y las premisas son siempre explícitas y claras. Puede estar asociado a las reglas de la lógica de la matemática que permiten el desarrollo científico. Las premisas son siempre fijas e invariables y las conclusiones son derivaciones necesarias. Se da por supuesto que, si el contenido de las premisas es verdadero, la conclusión que se infiere es válida (Sanz, 2001) Toda la información que se debe considerar se establece explícitamente en el problema; el sujeto no requiere de la búsqueda en la memoria, ni consultar otras fuentes relevantes (Galotti, 1989).</p>	<p>Es un razonamiento reflexivo Se presenta en situaciones no deductivas Los problemas no están bien definidos, sino mal estructurados Implican la generación y evaluación de la posición en respuesta a problemas complejos que carecen de soluciones claras (Perkins, Farady & Bushey, 1991; Sadler, 2004). Las premisas pueden no estar explícitamente establecidas en sus tareas, lo que ocasiona que las conclusiones de los argumentos no pueden ser demarcadas. Se usa frecuentemente en situaciones donde existen razones que apoyan y están en contra de la conclusión, como tomar decisiones sobre qué creer o qué acciones tomar (Shaw, 1996) Surge de la idea de estudiar los procesos de inferencia en la acción y medio natural de la vida cotidiana (planifica, asumir compromisos, evaluar argumentos, describir y elegir opciones (Galotti, 1989). Permite la variación en sus premisas en la medida en que hay acceso a nueva información y sus conclusiones no se derivan necesariamente de estas premisas, la cuales son evidentes en sí mismas (Zohar y Nemet, 2002, citado por Torres, 2016). El razonador se ve obligado a buscar información relevante (Galotti, 1989)</p>
PUNTOS EN COMÚN	
<p>Se reconocen como procesos racionales de construcción y evaluación de argumentos (Deanna Kuhn, 1993) Tienen en cuenta la importancia del contenido y la importancia del contexto del problema o tarea. Buscan explicar el razonamiento del ser humano.</p>	

Fuente. A partir de Zeidler (2005).

El razonamiento informal, al igual que las cuestiones sociocientíficas tienen unas características que lo identifican como se muestra en la siguiente imagen:



Reviso las características de las CSC, del PC y del RI e identifico puntos de encuentro.

1. Realizo la siguiente lectura relacionada con una situación que ha generado muchas controversias en torno a la elaboración de una vacuna que permita afrontar la pandemia que actualmente nos aqueja “**Vacuna contra la covid-19 "Hay un juego político, económico y estratégico detrás de las vacunas que es una receta para el desastre"**” la lectura aborda aspectos relacionados con la carrera que han emprendido varias potencias mundiales en el afán de ser los primeros en producir una posible vacuna contra el virus SARS -CoV-2 que ocasionó la Covid-19 y lo que esto puede implicar. Leo con atención cada una de las preguntas que le formulan a **Richard N. Haass** y las respuestas que él brinda a cada una de ellas.

La carrera por conseguir la vacuna contra la covid-19 avanza a toda velocidad.



Richard N. Haass, Presidente del

Varias potencias como Estados Unidos, China, Rusia y Reino Unido están midiendo el poder de sus capacidades científicas e invirtiendo lo que sea necesario para encontrar una vacuna que haga frente al virus.

Cómo es imposible predecir cuál de las vacunas llegará primero a la meta, los países más desarrollados comenzaron a **comprar cientos de millones de dosis** a distintos laboratorios para tratar de asegurar su abastecimiento.

Por ejemplo, Reino Unido ha firmado acuerdos con varios potenciales proveedores: AstraZeneca, Pfizer y BioNtech, y la firma Valneva.

De la misma manera Estados Unidos tiene gigantescos contratos con compañías como Pfizer y BioNTech; Moderna y Johnson & Johnson; AstraZeneca, y Novavax.

Estas soluciones individuales, que no forman parte de acuerdos entre países, son un fenómeno descrito como el "nacionalismo de las vacunas".

Para conversar sobre este y otros temas, BBC Mundo entrevistó a **Richard N. Haass**, presidente del centro de estudios *Council on Foreign Relations* (CFR), exdirector de Planificación de Políticas del Departamento de Estado de EE.UU., enviado especial a Irlanda del Norte y coordinador del programa "Futuro de Afganistán"

ENTREVISTA:

En las últimas semanas varias potencias han estado comprando dosis de vacunas para asegurar su propio abastecimiento antes de que alguna de ellas reciba la aprobación, como si estuviéramos corriendo una carrera. Usted ha escrito que estamos frente a un "nacionalismo de las vacunas".

¿Por qué dice que es una receta para el desastre?

Estamos viendo un nacionalismo de las vacunas contra la covid-19 que se podría describir como un nacionalismo preventivo. Los gobiernos se están posicionando y las razones son obvias. Los líderes tienen la presión de proveer las dosis a sus propios ciudadanos. El problema es que dejará a miles de millones de personas en una posición vulnerable, lo cual es una crisis.

Pero además será negativo para los gobiernos que practican del nacionalismo de las vacunas porque si tienes una gran cantidad de personas infectadas en el mundo, dada la globalización, la enfermedad continuará propagándose. Entonces, hay un juego político, económico y estratégico detrás de las vacunas que es una receta para el desastre si no es posible construir algún acuerdo internacional.

Y las presiones políticas a nivel nacional probablemente no van a ceder...

Entiendo las presiones políticas. Es difícil para un gobierno decir que tenemos que ayudar a otros países al mismo tiempo que nos ayudamos nosotros.

¿Estamos frente o estaremos frente a una guerra política por conseguir las vacunas?

Yo la llamaría una competencia por las vacunas, no una guerra. Todos quieren llegar primero. Algunos por razones comerciales, pero muchos por razones más bien políticas. El problema, como te decía, es que todos quedamos en una posición vulnerable si hay muchas personas contagiadas. Esa es la gran lección de esta enfermedad. Incluso si un país se adelanta a otros en la producción de la vacuna, de

todos modos, seguirán siendo dependientes de otros países, porque probablemente van a requerir importaciones de ciertos productos para producir la vacuna. No creo que ningún país sea 100 por ciento autosuficiente en la producción de una vacuna porque van a requerir un determinado elemento químico o ingredientes desde el extranjero.

¿Cuál sería una posible solución para este problema? ¿Cómo podrían llegar a ponerse de acuerdo los gobiernos?

La mayor razón para pensar de una manera diferente sobre esto es la siguiente: Digamos que tu país no es el primero en desarrollar una vacuna. Digamos que eres el segundo o el tercero, o que nunca lo lograste. Quedas en una posición vulnerable. Un gobierno responsable intentaría llegar a un acuerdo como si se tratara de una póliza de seguro. Un acuerdo bajo el cual las partes se comprometen a compartir una dosis significativa de la vacuna, incluso aunque no la hayas desarrollado. Para eso se necesita un acuerdo global, donde los gobiernos acuerdan un mecanismo para compartir las vacunas. Por ejemplo, cada gobierno se compromete a quedarse con la mitad de las vacunas y compartir la otra mitad con el resto del mundo. La buena noticia es que sí existe ese tipo de acuerdo, y tú no fuiste el primer país en desarrollar la vacuna, de todos modos, vas a recibir una parte.

¿Es probable que eso llegue a ocurrir?

No. Bueno, probablemente no. Ciertos países como Estados Unidos, China y posiblemente otros creen que tienen una buena posibilidad de desarrollar la vacuna primero y, por adelantado, no quieren ceder la posibilidad de aprovecharla a nivel internacional y, al mismo tiempo, quieren responder a su población. Esta es una época de aumento de los nacionalismos. Los gobiernos están preocupados de que, si llegan a un acuerdo de compartir la vacuna con otros países, quedarán en una posición políticamente vulnerable en su propio país.

Y además la idea de convertirse en el primer país en desarrollarla tiene un fuerte componente simbólico en términos de poder político...

Quien sea que la desarrolle primero conseguirá ciertos beneficios. Pero probablemente lo que va a pasar es que habrá varias vacunas y ninguna de esas vacunas será una solución. Todas las vacunas tendrán limitaciones, en cuanto a la cantidad de gente que pueden ayudar, en términos de sus efectos colaterales. Lo que es una locura sobre toda esta conversación es que la gente piensa que cuando aparezca la vacuna será una medalla de oro, será como el gran premio que va a solucionar la covid-19. Y la respuesta es no. La historia de las vacunas sugiere que, si la vacuna aparece ayudará a algunas personas, pero no a todos. Luego ayudará a algunas personas por un determinado período de tiempo. Provocará efectos indeseados y muchos se negarán a recibirla.

2. Después de haber leído la entrevista en su totalidad, reviso nuevamente las características del razonamiento informal y diligencio la siguiente lista de chequeo, marcando con una X en el Si, si considero que la noticia cumple con esa característica, o en el No si no cumple con ella. Justifico mi selección.

LISTADE CHEQUEO

Características del razonamiento informal	Sí	No	Justificación de la elección del SI o el NO
Se aplica a situaciones de la vida cotidiana, por tal razón incluye aspectos relacionados con la vida académica, profesional o con problemas o decisiones que surgen a partir de la cotidianidad.			
Se aplica a cuestiones relevantes para quien realiza el razonamiento, por tal razón los contenidos sobre los que se razona son de gran importancia personal para el sujeto, lo que hace que el interés y motivación se mantenga.			
Está relacionado con capacidades como: elaborar argumentos y diferenciarlos frente a otros posibles, y evaluarlos a partir de la información que se disponga para llegar a la elaboración de una conclusión, de valorar posiciones contrarias, contraargumentos y/o posiciones alternativas.			
Es un tipo de razonamiento dinámico, con alto grado de dependencia del contexto situacional. En este sentido, frente a una tarea de razonamiento informal, la conclusión a la que llega un individuo frente al mismo problema depende del contexto, por lo tanto, puede ser diferente.			
Es aplicable a tareas abiertas o mal definidas (son tareas de la vida cotidiana o las de un contexto académico o profesional). Exige por parte del razonador, la activación de una base amplia de conocimientos de donde tomará los que considere los más relevantes.			
Emplea un lenguaje cotidiano, es decir que no es de carácter formal o simbólico.			

Elementos del razonamiento informal. La(s) razón (es) o premisas (S) y las conclusiones son los elementos del razonamiento informal y hacen parte indispensable para establecer su solidez.

Razón (nes) o Premisa(S). Son afirmaciones que apoyan o fundamentan, respaldan o sustentan las conclusiones. Para su identificación es necesario valerse del contexto, del conocimiento y de conectores o indicadores lingüísticos como: *porque...*, *puesto que...*, *dado que...*, *por esta razón...*, etc.

Conclusión. Es la tesis fundamental, la idea principal o el planteamiento o punto de vista que se defiende, lo que justifica que se enfatice o esté precedida por indicadores de conclusión como: *por lo tanto...*, *por consiguiente...*, *así pues...*, *consecuentemente...*, etc.

Retomo el fragmento de la noticia “*Coronavirus: qué se sabe de las mutaciones del virus del covid-19 (y cómo los científicos las están siguiendo en tiempo real)*”

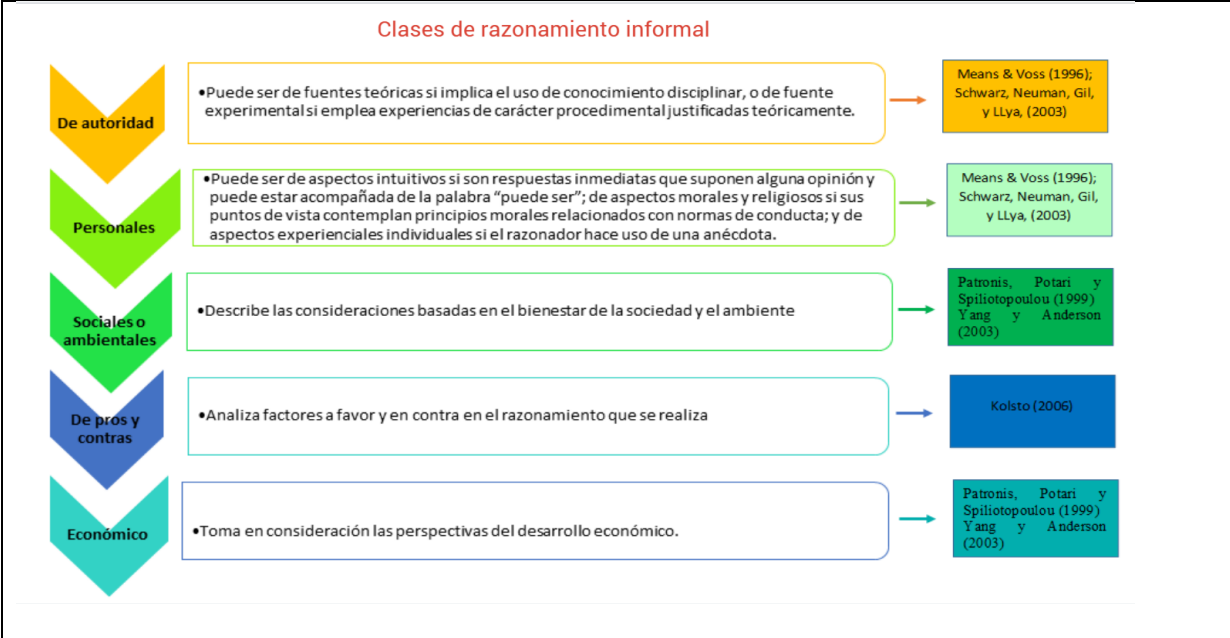
Por Alejandra Martins BBC News Mundo. 14 mayo 2020. Donde la científica Adriana Heguy argumenta sobre las mutaciones frecuentes e identifico en sus razonamientos las razones y las conclusiones.

La o las conclusiones:

La razón o las razones:


Tipos de razonamiento informal.

En nuestros razonamientos cotidianos es posible que empleemos algunos de los siguientes tipos de razonamiento que han sido propuestos por diferentes investigadores



APLICO LO APRENDIDO

1. Realizo la lectura del siguiente fragmento de una noticia relacionada con la Covid-19 e identifico el tipo de razonamiento en las argumentaciones que allí se presentan y los registro en la tabla. Justifico mi respuesta.

Razonamiento:		Tipo de razonamiento							
		Autoridad		Personales				De pros y contras	
		Teórico	Experimenta	Emotivos	Morales o religiosos	experiencial	Sociales y ambientales	De pros y contras	Económico
<p>Coronavirus en China: por qué las autoridades de Pekín culpan al salmón del nuevo brote de covid-19 Redacción BBC News Mundo 17 junio 2020</p> 									
<p>Un salmón importado es el principal sospechoso del rebrote de covid-19 que tiene paralizado a Pekín. Y las repercusiones de la situación ya se están haciendo sentir en Chile, el segundo exportador de salmón del mundo.</p> <p>Según la cadena pública china CCTV, hasta este miércoles las autoridades del país asiático solamente habían prohibido expresamente las importaciones de salmón desde Europa, el origen del posible pescado contaminado. Pero todas las ventas de salmón han sufrido, y antes de cualquier prohibición gubernamental numerosos supermercados y restaurantes ya se habían apresurado a retirar el producto.</p> <p>"Importadores chinos frenan compras de salmón e industria chilena redirige los embarques", es, de hecho, el titular con el que el periódico chileno <i>La Tercera</i> cubre la noticia en su edición digital de este miércoles.</p> <p>"Pese a que no hay una restricción oficial para la entrada del producto, el temor de los consumidores de ese país ha hecho que, en la práctica, no esté entrando salmón", explica el diario.</p> <p>La situación ha afectado los precios del producto, aunque los productores chilenos han destacado que China solamente es el quinto mercado del salmón proveniente de este país sudamericano.</p> <p>Y también se han dicho convencidos de que se logrará demostrar la inocencia del salmón.</p> <p>"No existe evidencia que sugiera que el SARS-CoV-2 pueda infectar animales acuáticos", aseguró el gerente comercial de la empresa chilena Ventisqueros, Fernando Pérez, en declaraciones recogidas por <i>La Tercera</i>.</p> <p>"Esto ya se ha transmitido hacia nuestros clientes, por lo que estamos monitoreando las reacciones y cómo podríamos retomar nuestras ventas regulares", agregó.</p> <p>¿Cómo terminó entonces el salmón vinculado al rebrote de covid-19 que ha arrojado al menos 137 nuevos casos en China desde la semana pasada?</p> <p>En una tabla de cortar</p> <p>La respuesta hay que buscarla en el gigantesco mercado de Xinfadi, de donde proviene el 80% de los alimentos que se consumen en Pekín.</p> <p>La mayoría de los casos que volvieron a hacer sonar las alarmas en China -después de 57 días sin que se registraran nuevas infecciones en la capital- estaban vinculados al mercado.</p> <p>Y según reportes de medios locales, el virus fue encontrado en las tablas de cortar utilizadas por un vendedor de salmón importado.</p> <p>Luego Wu Zunyou, el epidemiólogo jefe del Centro para el Control y Prevención de Enfermedades de China, dijo que era posible que el virus llegara desde el exterior junto al pescado.</p> <p>"En la cadena de frío un virus puede sobrevivir por mucho tiempo, hasta por dos o tres meses", dijo Wu en declaraciones recogidas por CCTV.</p> <p>"Es una posibilidad. Todavía tenemos que recoger la evidencia que lo demuestre o lo desmienta", agregó.</p>									

IDENTIFICACIÓN SECUENCIA DIDÁCTICA No. 2				
Título: ¿Cómo razono al argumentar frente a CSC relacionadas con el SARS-CoV-2 causante de la Covid-19?				
Nivel de estudio	Campo de pensamiento	Tiempo asignado por momento		
		Indagando conocimientos	Me acerco al conocimiento	Aplico lo aprendido
Básica secundaria	Científico (ciencias naturales, tecnología); Histórico (sociales); Comunicativo (inglés)	60 minutos	240 minutos	120 minutos
<p>Problema significativo del contexto: Cuando se pide a los estudiantes que construyan textos argumentativos, observamos que generalmente, lo que construyen es una opinión alejada de evidencias y respaldo que le den solidez.</p> <p>Los desafíos que trae consigo la globalidad demanda la formación de ciudadanos críticos, con habilidades que les permita argumentar, juzgar la credibilidad de las fuentes de información, tomar decisiones y solucionar problemas referentes a situaciones sociocientíficas, toda vez que estas brindan la posibilidad de establecer interrelaciones entre ciencia, sociedad, tecnología y ambiente que se dan permanentemente en los contextos donde se desenvuelven.</p> <p>Prepara a los estudiantes en razonamiento informal a partir del abordaje de cuestiones sociocientíficas puede resultar una oportunidad para favorecer su pensamiento crítico, que de acuerdo con autores como Kuhn Deanna y Jiménez-Aleixandre, entre otros, están alejados de los currículos de ciencias.</p>				
Objetivos	Docente: Fortalecer las habilidades analíticas, evaluativas y constructivas del razonamiento informal de los estudiantes al argumentar sobre controversias relacionadas con la SARS-CoV-2 causante de la Covid-19 en las clases de ciencias naturales.			
	Estudiante: Construir textos argumentativos donde exponga sus razonamientos para juzgar argumentos y tomar decisiones frente a noticias relacionadas con la Covid-19.			
Preguntas orientadoras: Si el cuerpo cuenta con un sistema de defensa tan complejo y eficiente, ¿cómo se puede justificar que los virus lo ataquen ocasionando una pandemia como la que está ocurriendo a cuenta del SARS-CoV-2?				
Conceptos asociados	<ul style="list-style-type: none"> - SARS-CoV-2- Clasificación y morfología - Síntesis de proteínas y replicación del SARS-CoV-2 - Sistema inmunológico - Argumentación 			
INDAGANDO CONOCIMIENTOS				
<p>Reflexiono y respondo a la pregunta (sin consultar en ninguna fuente):</p> <p>- ¿Los aportes científicos realizados a lo largo de la historia que permitieron conocer los procesos que ocurren durante la síntesis de proteínas cobran alguna importancia en la situación que se vive actualmente con el coronavirus que produce la COVID19? ¿Por qué?</p>				

- ¿Nuestro cuerpo está preparado para defenderse del ataque de virus y otros microorganismos que causan enfermedades? ¿Cómo lo haría?

- Muchos científicos y no científicos están hablando del SARS-CoV-2. ¿Si tuviera que analizar lo que dicen para justificarlo o para refutarlo, qué aspectos tendría en cuenta?

ME ACERCO AL CONOCIMIENTO

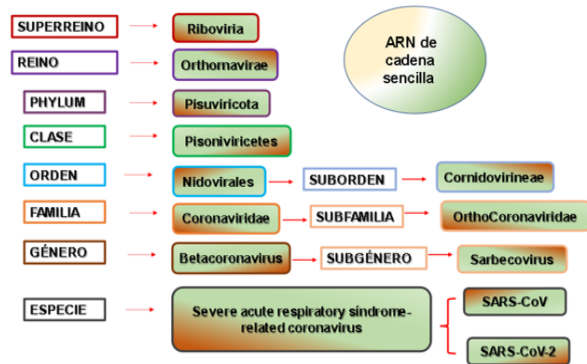
- Realizo la lectura de los siguientes textos:

Taxonomía del SARS-CoV-2

El SARS-CoV-2 es un tipo de coronavirus (CoV) que pertenece al superreino *Riboviria*. La figura 1 muestra su ubicación en cada uno de los taxones establecidos según los criterios de clasificación vigentes. Perteneció al género *Betacoronavirus*, al cual se le atribuyen varias enfermedades respiratorias, desde un resfriado común hasta síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV, SARS-CoV-2 y MERS-CoV). En el intento de clasificación ha tenido tres nombres, inicialmente se nombró como WH-Human 1 coronavirus (WHCV), luego como 2019-nCoV y finalmente, fue incluido en la misma especie del SARS-CoV y se le asignó el nombre de SARS-CoV-2. Es causante de múltiples enfermedades, entre ellas la Covid-19.

Figura 1

Ubicación taxonómica del virus SARS-CoV-2, causante de la Covid-19



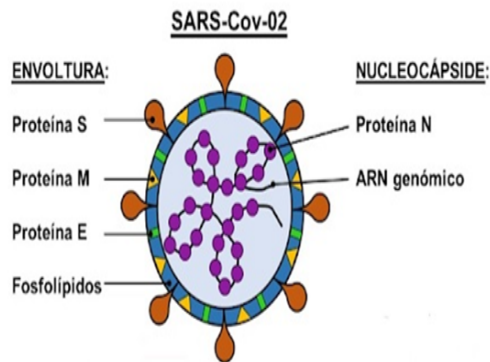
Fuente: Elaboración propia

Morfología SARS-CoV-2

Recibe el nombre de coronavirus a causa de las puntas brillantes que se observan en su superficie a modo de una corona. Para identificar el tipo de virus, se realizó la secuenciación del ARN extraído de muestras obtenidas del trato broncoalveolar, de igual manera fue cultivado en células del epitelio respiratorio humano y en líneas celulares Huh-7 (hepáticas humanas) y Vero E6 (epiteliales del riñón del mono verde africano). Tanto los análisis microscópicos como los estructurales realizados a este virus permitieron revelar su morfología (Figura 2).

Figura 2


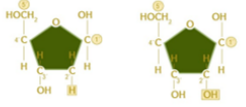

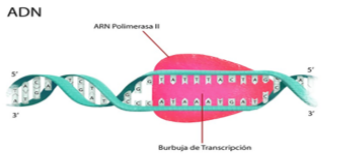
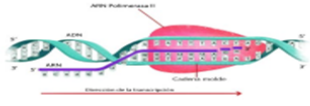
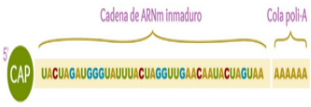
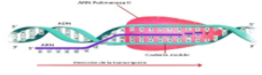

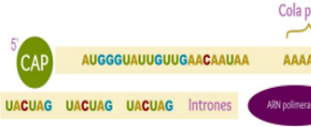
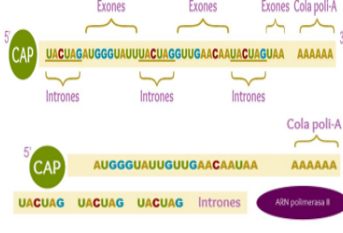
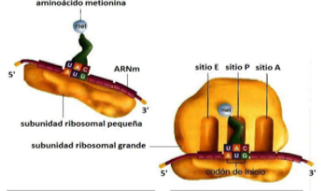
Organización estructural del SARS-CoV-2

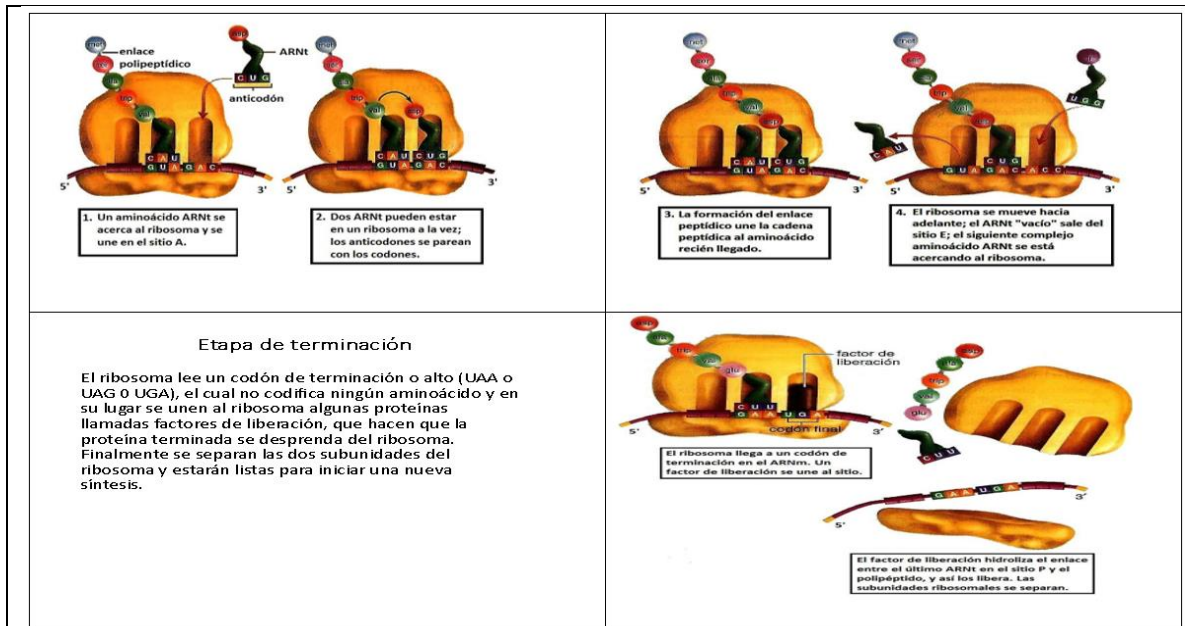


Fuente: Adaptado de Benavides, R. (2020)

¿Cómo se realiza la síntesis de proteínas y qué relación tiene con replicación del SARS-CoV-2?

- Observo y analizo las diapositivas que explican el proceso de síntesis de proteínas

<p>ESTRUCTURA ADN Y ARN PARA SÍNTESIS DE PROTEÍNAS Adaptado de: https://portalacademico.ch.unam.mx</p>	<p>ACIDOS NUCLEICOS</p> <p>• Existen dos tipos de ácidos nucleicos que son: el ADN o ácido desoxirribonucleico y el ARN o ácido ribonucleico, ambos están presentes en todas las células y constituyen entre el 5 y 15% de estas.</p>	 <p>Nucleótido de ADN Nucleótido de ARN</p> <p>Para que se forme un nucleótido, el fosfato se une al azúcar por el carbono cinco (C-5'), la base nitrogenada si es purica se une a través del nitrógeno 9 (N-9), si es pirimidica por el nitrógeno 1 (N-1) y en ambos casos se une al azúcar por el carbono 1 (C-1')</p>
<p>DESOXIRRIBOSA RIBOSA</p> 	<p>Síntesis de proteínas</p> <p>• Es el mecanismo anabólico que se encarga de elaborar proteínas a partir de la información genética, se divide en dos fases: la transcripción, que se lleva a cabo en el núcleo de la célula y la traducción, que se realiza en el citoplasma, esta actividad está catalizada por la enzima ARN polimerasa II, presente en todas las células. Este proceso lo llevan a cabo las células cuando necesitan alguna determinada proteína, seleccionando el gene que la codifica.</p>	<p>Transcripción</p> <p>Es la elaboración de una cadena de ácido ribonucleico mensajero a partir de una molécula molde de ADN, presente en todas las células. La transcripción sigue la regla de complementariedad de Chargaff; solo que en lugar de poseer timina (T), el ARN contiene uracilo (U), que es complementario con la adenina. La información necesaria para sintetizar a las proteínas se encuentra contenida en el ADN, este mecanismo se lleva a cabo en el citoplasma de las células, por lo que se requiere llevar la información desde el núcleo, para lo cual se utiliza a la molécula de ARNm que sirve como intermediario entre el ADN y ARNm. Este proceso consiste de tres etapas</p>
<p>Etapas de iniciación</p> <p>• La enzima ARN Polimerasa II y los factores de transcripción (conjunto de proteínas), se unen en un sitio específico de la molécula denominado promotor, este consiste en una secuencia pequeña de bases nitrogenadas que no se transcriben y que son: TATAAA, también conocida como cajatala, y solo sirve como señal a la enzima para identificar el sitio donde se inicia la transcripción</p> 	<p>• La unión de la ARN polimerasa II a esta región promotora permite el desenrollamiento del ADN y la separación de las dos cadenas, para formar una burbuja de transcripción.</p> 	<p>Etapas de Elongación o alargamiento</p> <p>• En este momento del proceso el ADN se encuentra desenrollado y las bases nitrogenadas complementarias separadas, la enzima ARN polimerasa II avanza a lo largo de la cadena de ADN que se está transcribiendo en el sentido 3' → 5' y se le conoce como cadena molde, por lo que el ARNm en formación o pre-ARNm siempre tendrá el sentido 5' → 3'</p> 
<p>• En el extremo 5' del pre-ARNm se une la caperuza o CAP (que es un nucleótido de guanina modificada), que sirve para identificar el sitio donde se inicia la formación de la cadena de pre-ARNm, mientras que en el extremo 3' se adhiere la cola poli-A (serie repetida de adeninas) que señala la terminación de la molécula.</p>  <p>Con esto se garantiza que la información está intacta y que la síntesis de proteínas se inicie y concluya correctamente.</p>	<p>La transcripción se lleva a cabo cuando se acomodan las bases complementarias del ARN a las del ADN, que en este caso son A-U, T-A, G-C y C-G, cuando la cadena del pre-ARNm en formación tiene 10 nucleótidos se despegar de la cadena molde, pero continúa en crecimiento ya que la ARN polimerasa II sigue uniendo nucleótidos hasta llegar al sitio de terminación, que es en donde termina la transcripción y el pre-ARNm se libera de la cadena molde. Conforme se va separando el pre-ARNm recién formado de la cadena de ADN, esta vuelve a enrollarse y recupera nuevamente su forma original.</p> 	<p>Etapas de Maduración</p> <p>En las células eucariotas el ADN contiene ciertas regiones que no codifican proteínas llamadas intrones y otras que si codifican proteínas llamadas exones, por lo que el ARNm transcrito, copia ambas regiones y recibe el nombre de ARNm inmaduro o pre-ARNm</p> 
<p>El proceso de maduración se eliminan los intrones y se unen los exones por corde yempalme para convertirse en un ARNm maduro (a este proceso se le conoce como splicing), el cual contendrá exclusivamente la información necesaria para la síntesis de proteínas y sale del núcleo al citoplasma en donde se lleva a cabo el proceso de traducción</p> 		<p>Traducción</p> <p>Este proceso consiste en convertir la información contenida en el ARNm maduro en proteínas, esto se lleva a cabo en los ribosomas que se encuentran en el citoplasma de la célula. La información del ARNm está en la secuencia de bases nitrogenadas que lo forman (A, G, C, U), las cuales se acomodan en tripletes (grupo de tres nucleótidos consecutivos), que reciben el nombre de codones y son el resultado de la combinación de estas, lo que da 64 codones diferentes que están contenidos en el código genético, y que codifican a los 20 aminoácidos que forman a las proteínas.</p>
<p>Etapas de Iniciación</p> <p>El ARNm que se encuentra en el citoplasma, se acomoda en el sitio específico de la subunidad pequeña de los ribosomas por el extremo 5', para proceder a la unión de los aminoácidos que formarán a la proteína correspondiente, la secuencia de estos está dada por el ARNm. La traducción se inicia con la lectura del codón de inicio AUG del ARNm que codifica para el aminoácido metionina y las bases complementarias son UAC que las contiene el ARNt y reobten el nombre de anticodón, el cual lleva al aminoácido metionina al triplete inicial del ARNm que junto con la subunidad pequeña del ribosoma forman el complejo de iniciación, posteriormente se adhiere la subunidad mayor del ribosoma, y la metionina queda colocada en el sitio P de este.</p>	 <p>Una pequeña unidad ribosomal se une con el ARNm; un iniciador ARNt con el anticodón UAC se aparece con el codón de inicio AUG del ARNm.</p> <p>La subunidad ribosomal grande completa el ribosoma. El ARNt iniciador ocupa el sitio P. El sitio A está listo para el siguiente ARNt.</p>	<p>Etapas de Elongación o alargamiento</p> <p>Otro ARNt llevará al siguiente aminoácido, por ejemplo el ácido aspártico cuyo codón es GAC y su correspondiente anticodón CUG que será colocado en el sitio A de la subunidad mayor del ribosoma, a continuación se formará un ENLACE PEPTIDICO entre metionina y ácido aspártico en el sitio catalítico del ribosoma, enseguida el ARNt de la metionina pasará al sitio E del ribosoma para posteriormente quedar libre y se avanza para leer el siguiente codón, el ARNt del ácido aspártico se mueve hacia el sitio P con los dos aminoácidos unidos y así se continuará con la síntesis de proteínas.</p>

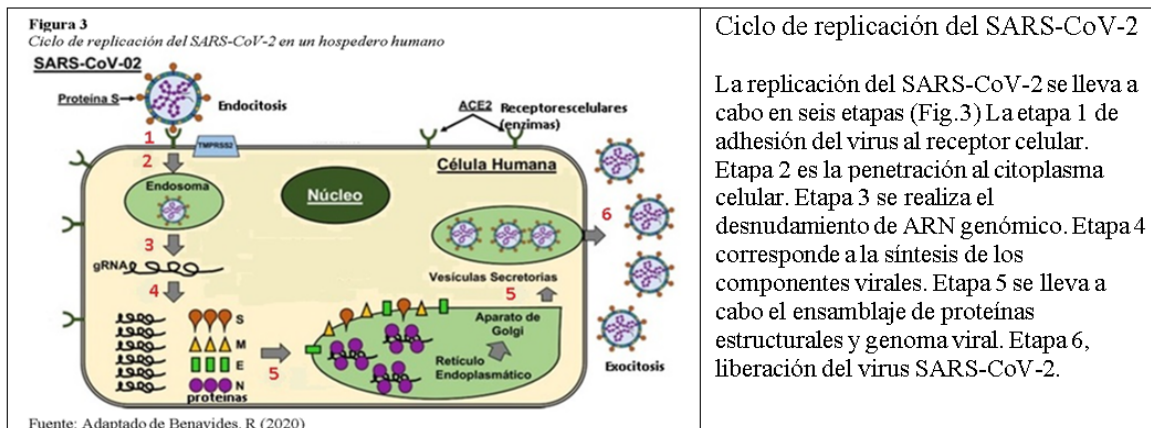


- Complemento la información con el documental disponible en:

(<https://www.youtube.com/watch?v=gG7uCskUOrA>)

-Elaboro un modelo que represente los procesos de transcripción y traducción de la síntesis de proteínas y los explico mediante un video corto de 3 minutos empleando el modelo elaborado.

- Reviso ahora la manera como se replica el SARS-CoV-2



La figura 3 describe el proceso del ciclo viral completo, el cual inicia con la etapa de adhesión de la proteína S con el receptor ACE2 de la célula hospedera de tal forma que el virus ingresa mediante endocitosis. Como resultado de esta fase se genera un endosoma, que es una vesícula membranosa citoplasmática, allí la membrana del virus se fusiona con la membrana del endosoma, liberando y exponiendo el material genético del virus al aparato biosintético en el citoplasma donde se produce el desnudamiento del ARN genómico y el virus usurpa la maquinaria del biosintética de la célula huésped. Posteriormente, el ARN genómico y la proteína N son sintetizados en el citoplasma y transportados al retículo endoplasmático de la célula huésped. En cuanto a las proteínas E, M y S se sintetizan primero en el retículo endoplasmático y luego trasferidas al aparato de Golgi. Durante la trayectoria entre estos dos organelos, todos los elementos estructurales del virus se sintetizan de manera secuencial hasta completar el virus que madura y emergen del aparato de Golgi y luego es transportados mediante vesículas membranosas que se fusionan con la membrana celular para expulsar el SARS-CoV-2 por exocitosis.

- Establezco relaciones entre la síntesis de proteínas y la manera como se replica el SARS-CoV-2



Fuente: El Heraldó. 11.03.2020

¿Y cómo el SARS-CoV-2 ataca el cuerpo humano?

Para entender un poco ingreso al siguiente enlace:

https://www.youtube.com/watch?v=Zh_SVHJGVHw&t=4s&ab_channel=BBCNewsMundo

El video hace alusión a la manera como el cuerpo se defiende ante el ataque del SARS-CoV-2, pero, ¿Cómo lo hace? La respuesta la puedo encontrar en el siguiente texto:

Los vertebrados tienen tres principales líneas de defensa (tomado de Biología la vida en la Tierra. P.722)

Los vertebrados (los animales con espina dorsal) han desarrollado tres formas principales de protección contra las enfermedades: *barreras externas no específicas, defensas internas no específicas y defensas internas específicas, también conocidas con el nombre de respuesta inmunitaria* (figura 4). Primero, el cuerpo se defiende con barreras externas no específicas que impiden la entrada a la mayoría de los microbios causantes de enfermedades. Estas barreras son estructuras anatómicas como la piel, el cabello, cilios y secreciones como lágrimas, saliva y moco. Tales barreras cubren el cuerpo y revisten las cavidades corporales que están en continuo contacto con el exterior, por ejemplo, las superficies de los tractos respiratorio, digestivo y urogenital. Segundo, si las barreras externas son traspasadas, una variedad de defensas internas no específicas entra en acción. Algunos glóbulos blancos fagocitan las partículas extrañas o destruyen las células infectadas. Las sustancias químicas liberadas por las células corporales dañadas y las proteínas liberadas por los glóbulos blancos son responsables de la inflamación y la *fiebre* (en los animales que regulan su temperatura corporal), las cuales también impiden la infección. Tanto las barreras no específicas como las defensas internas no específicas operan sin importar la naturaleza exacta del invasor, al repeler, exterminar o neutralizar la amenaza. La tercera y última línea de defensa consiste en defensas internas específicas o respuesta inmunitaria en la que las células inmunitarias destruyen selectivamente la toxina o el microbio en particular y luego “recuerdan” al invasor, lo que permite una respuesta más rápida si este reaparece en el futuro.

Figura 4
Niveles de defensa contra infecciones



Complementa esta información con el documental de factor ciencia: El sistema inmunológico, disponible en:

https://www.youtube.com/watch?time_continue=8&v=lj8Zsu1UuGk&feature=emb_logo

Para reflexionar

Conociendo ya la estructura, la manera de replicarse el virus y la forma como mi cuerpo se defiende ante su ataque, pienso y explico ¿de qué manera puedo fortalecer mi sistema inmunológico?

Propongo tres estrategias.

1. _____
2. _____
3. _____

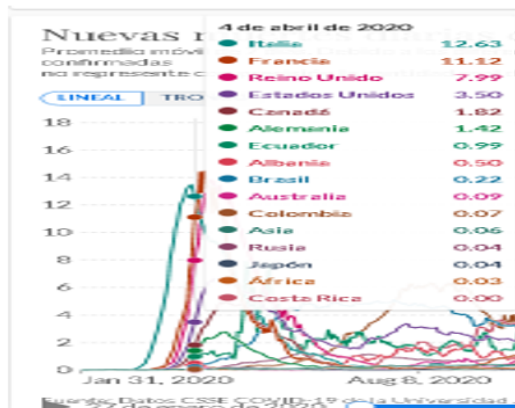
¿Cómo se está comportando el SARS-CoV-2 a nivel global?

Como ya es conocido, el 30 de enero de 2020 la OMS declara el coronavirus como una emergencia de salud pública internacional y calificó la situación como pandemia.

La siguiente información da cuenta de la manera en que el SARS-CoV-2 se propaga por el mundo de manera vertiginosa.

Gráfico 1

Comportamiento de la Covid-19 a nivel mundial



Fuente: <https://github.com/CSSEGISandData/COVID-19>

A nivel mundial los casos de contagio han venido en aumento como se muestra en la gráfica 1 y se corrobora con la nota de la ONU del 19 de junio de 2020 [...] La pandemia de coronavirus continúa acelerando y la Organización Mundial de la Salud anunció que este jueves se produjo el mayor número de casos de coronavirus en un solo día con 150.000. Casi la mitad de los casos de la Covid-19 se reportaron desde las Américas y también se informó de grandes cantidades en el sur de Asia y el Medio Oriente.

“El mundo se encuentra en una etapa nueva y peligrosa, lógicamente son muchas las personas que están cansadas de estar en casa y los países desean, con razón, abrir sus sociedades y economías, pero el virus sigue propagándose con rapidez, continúa siendo mortífero y la mayoría de las personas sigue siendo susceptible a él”, explico el director de la Organización, Tedros Adhanom Ghebreyesus [...]

Fuente: <https://news.un.org/es/story/2020/06/1476292>

¿Qué está pasando en el contexto nacional?

Analizo la situación de la pandemia a nivel nacional. Para esto consulto las últimas noticias e informes brindados por las entidades gubernamentales colombianas y medios de comunicación confiables sobre cómo es la situación de la Covid-19 en algunas ciudades principales en cuanto a casos confirmados, personas en tratamiento en sus hogares, personas en cuidados intensivos y casos desafortunados de muertes. Represento los datos en una gráfica (barras, pastel, etc.). Puedo emplear herramientas digitales como gráfico online, con todas las normas requeridas (rótulos, colores, símbolos, etc.). Cito las fuentes consultadas.

En los diferentes medios de comunicación se encuentra a diario noticias e informes que dan cuenta de los avances que ha realizado los científicos en busca de respuestas que permitan comprender la estructura y el comportamiento del SARS-CoV-2 que los lleve a crear, no solo medicamentos sino vacunas que contengan su propagación. Estos avances han generado controversias y tensiones donde se perciben intereses económicos y políticos que trascienden a las comunidades.

Es importante que como ciudadano pueda analizar y argumentar frente a toda esta información de una manera crítica, que me permita tomar decisiones o participar de ellas.

Por lo anteriormente expuesto, es necesario conocer y prepararme para construir argumentos que me permitan participar de manera activa y crítica frente a la toma de decisiones relacionadas con las problemáticas de mi contexto. La información que se presenta a continuación explica los elementos que se deben tener en cuenta en la construcción de un argumento.

Es muy común que en la cotidianidad de las personas, estas se vean en la necesidad de juzgar o refutar los razonamientos de otras personas cuando argumentan frente a temas controvertidos como es el caso de la Covid-19, o defender los propios.

Justificar un razonamiento es aprobarlo, estar de acuerdo, apoyarlo o estar a favor; por el contrario, **refutarlo** es desaprobarlo, estar en desacuerdo, negarle apoyo o estar en contra de dicho razonamiento. Cuando se expresa cualquiera de estas situaciones se está haciendo un ejercicio de razonamiento. El encadenamiento de razonamientos conlleva a construir un argumento que está constituido por reclamaciones, motivos, garantías o avales y respaldo como se indica en la imagen.

Figura 5
Elementos de un argumento

¿Qué tengo en cuenta para razonar y construir un argumento?



Justifico



Refuto

Razonamiento

Argumento

Reclamaciones (Punto de partida)
posición de argumentador frente a la conclusión que apoya
"Creo que..."; "esto es así..."; "considero que..."

Motivos
Evidencia que apoya una reclamación: observaciones, ejemplos, testimonios establecidos previamente, hechos y/o datos

Aval o garantía
Leyes generales, reglas, estatutos, y principios que conectan o justifican la relación entre los motivos y un reclamo; es decir lo que respalda la validez de la aplicación del motivo.

Respaldo
Es el cuerpo del conocimiento al que se acude si el aval o garantía no es suficiente, trata de demostrar que el aval es tanto real y válido como aplicable.

APLICO LO APRENDIDO

1. Realizo la lectura del siguiente texto de la noticia que también está disponible en vídeo:
https://www.youtube.com/watch?v=mYv_EYYngC4&t=183s

Dexametasona contra el coronavirus: qué es y qué pruebas hay de que funciona para tratar el covid-19 (y cuáles son sus limitaciones)

Michelle Roberts Editora de Salud, BBC

16 junio 2020



Un medicamento que sido usado desde la década de 1960 ha probado ser efectivo para el covid-19.

Un medicamento barato y de amplia disponibilidad en el mundo se ha convertido en una esperanza para el tratamiento de pacientes graves de Covid-19. Se trata de la **dexametasona**, un fármaco esteroide que al ser suministrado en dosis bajas **ha demostrado ser uno de los mejores avances en la lucha contra el virus**, dicen los expertos de Reino Unido que lo probaron.

El medicamento es parte de la prueba más grande del mundo de tratamientos farmacológicos que ya existen y que trata de averiguar si pueden funcionar para el coronavirus.

En el caso de la dexametasona, **disminuyó en un tercio el riesgo de muerte** en pacientes graves que ya estaban **conectados a respiradores artificiales**. Y en los enfermos que necesitaban **oxígeno**, el riesgo de muerte se redujo en **una quinta parte**.

En Reino Unido, donde han muerto más de 42.000 personas hasta este martes, **se podrían haber salvado hasta 5.000 vidas** con este medicamento si se hubiera aplicado desde el inicio de la pandemia, dicen los investigadores. Y el potencial benéfico puede ser mayor en los países más pobres que tienen un alto número de pacientes de covid-19.

¿Para quién funcionaría?

La dexametasona ya **se usa para reducir la inflamación** en una variedad de otras afecciones.

En las pruebas sobre el covid-19, ha ayudado a **detener parte del daño que puede ocurrir cuando el sistema inmunitario del cuerpo se sobrecarga** mientras trata de combatir el coronavirus.

Esa reacción del cuerpo al virus, que genera una tormenta de citoquinas, puede ser mortal.

La dexametasona ayuda a pacientes graves, como los que están conectados a respiradores.

Casi 19 de cada 20 pacientes con covid-19 en Reino Unido se recuperan de la enfermedad sin ser hospitalizados. De los que ingresan, la mayoría también se recupera, pero algunos pueden necesitar oxígeno o ventilación mecánica.

Y estos son los **pacientes de alto riesgo** para los que la dexametasona ha sido efectiva.

En la prueba, dirigida por un equipo de la Universidad de Oxford, se administró dexametasona a unos 2.000 pacientes hospitalizados y se comparó con 4.000 que no recibieron el tratamiento.

Para los pacientes con necesidad de respiración artificial, el riesgo de muerte pasó de 40% a 28%. Para los pacientes que necesitan oxígeno, redujo el riesgo de muerte del 25% al 20%.

"Este es el único medicamento hasta ahora que se ha demostrado que reduce la mortalidad y la reduce significativamente. Es un gran avance", dijo el investigador en jefe del estudio, Peter Horby.

El director de las pruebas, **Martin Landray**, dijo que "hay un beneficio claro, muy claro" y explicó que los resultados sugieren que se podría salvar una vida en:

- cada ocho pacientes con respirador artificial
- cada 20-25 tratados con oxígeno

"El tratamiento es de hasta 10 días con dexametasona y cuesta alrededor de £5 (US\$6,80) por paciente. Así que esencialmente cuesta £35 (US\$44) salvar una vida", señaló.

Además destacó que la dexametasona "es un medicamento que está **disponible a nivel mundial**".

Landray sugirió que los pacientes hospitalizados podrían comenzar a recibir el tratamiento sin demora. Pero **no es recomendable para el público en general** ir a comprarlo a las farmacias para llevárselo a casa ni consumirlo ahí.

La dexametasona **no ha mostrado beneficio para los pacientes con síntomas leves de covid-19**, los cuales no necesitan apoyo mecánico o suplementario para su respiración.

2. Construyo un texto argumentativo que justifique o refute los argumentos que se presentan en la noticia sobre la dexametasona.

3. Analizo la siguiente noticia relacionada con la vacunación: **La OPS insta a los países a planificar en forma temprana la vacunación para Covid-19 con el fin de reducir muertes** (disponible en: <https://www.paho.org/es/noticias/23-9-2020-ops-insta-paises-planificar-forma-temprana-vacunacion-para-covid-19-con-fin>)



La directora de la OPS advirtió que puede tomar tiempo antes de que las personas sean vacunadas, por lo que llamó a los países a continuar con las medidas de salud pública, el distanciamiento físico, el lavado de manos y el uso de mascarillas en público

Washington D.C., 23 de septiembre de 2020 (OPS) – Los países no deben esperar a que se desarrolle una vacuna contra la COVID-19 para comenzar a planificar y prepararse para su llegada, afirmó hoy la directora de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), Carissa F Etienne. Mientras tanto, también deben continuar con otras medidas de salud pública recomendadas para contener el virus.

“Los trabajadores de la salud de primera línea, el personal de respuesta inmediata y los que cuidan a los ancianos deben vacunarse primero, seguidos por los grupos vulnerables como los adultos con afecciones preexistentes, especialmente los mayores de 65 años”, dijo Etienne. “El desafío radica en identificar a estos grupos tempranamente y determinar cómo llegar mejor a ellos”.

En una rueda de prensa de hoy, la directora de la OPS advirtió que incluso cuando se introduzca una vacuna, “este virus seguirá propagándose y la gente seguirá enfermando. Por lo tanto, no podemos depositar todas nuestras esperanzas únicamente en las vacunas”.

“Todavía necesitamos diagnósticos para identificar a los que están enfermos y mejores tratamientos para atender a los que se enferman. Continuaremos confiando en medidas tradicionales de salud pública como pruebas, seguimiento de contactos y cuarentenas para minimizar la propagación de este virus. Y seguiremos contando con personas que ejercen el distanciamiento social, lavándose las manos con frecuencia y usando mascarillas en público para proteger a otros de enfermarse”, indicó la directora de la OPS.

Cuando las vacunas estén disponibles, el Mecanismo COVAX, convocado por GAVI, la Coalición para la Innovación en la Preparación de Epidemias (CEPI) y la OMS, “brindarán a los países de nuestra región la mejor oportunidad para acelerar el acceso a las vacunas para COVID-19 y reducir el impacto de la pandemia en la vida de las personas y las economías. El Mecanismo COVAX ofrece acceso a una canasta de 15 posibles vacunas”, dijo. Etienne señaló que se están estudiando casi 200 candidatos a vacunas para COVID-19. “Y esperamos que uno o más de estos resulten eficaces, pero no hay garantía. Es posible que las primeras vacunas solo brinden una protección parcial o no funcionen para todos. Todavía no sabemos qué vacuna se considerará segura y eficaz y cómo funcionará. Pero sí sabemos que, si no nos preparamos ahora, perderemos la oportunidad de beneficiarnos rápidamente. La verdad es que los países no pueden esperar a tener todas las respuestas antes de comenzar a planificar y prepararse para administrar una vacuna para COVID-19”.

El Mecanismo COVAX, incluido el instrumento de financiamiento de Compromiso de Mercado Avanzado, ha suscrito 64 países autofinanciados y 92 países elegibles para recibir apoyo a través de ese instrumento, dijo. A través de COVAX, a los países participantes se les garantizarán dosis iniciales para cubrir al menos el 3% de su población en las primeras fases de despliegue de la vacuna, a medida que los suministros se pongan al día con la demanda mundial, llegando finalmente al 20% de su población, lo suficiente para proteger a las personas con mayor riesgo de COVID-19 grave, explicó Etienne.

“Nuestra región tiene un sólido legado de programas de inmunización que nos ayudan a planificar el futuro”, agregó. La OPS está bien preparada para ofrecer cooperación técnica a los países para que puedan preparar e implementar sus campañas de vacunación, “desde la planificación y estimación hasta las comunicaciones, desde la reglamentación hasta la capacitación del personal de salud. Otro beneficio para nuestros estados miembros es que pueden confiar en nuestro Fondo Rotatorio, el mayor mecanismo regional para países autofinanciados, para la compra y entrega de vacunas”, aseguró.

“Por lo tanto, insto a los países de todo el mundo a prepararse para una vacuna contra el coronavirus, pero también a ser realistas, sabiendo que estos preparativos no reemplazan todo lo que debemos hacer hoy para salvar vidas”, concluyó Etienne.

Teniendo en cuenta la recomendación de la directora de la OPS, llegado el momento, y si la vacuna no fuera de carácter obligatorio, ¿estaría dispuesto a vacunarme contra la Covid-19? Justifico mi respuesta.

IDENTIFICACIÓN SECUENCIA DIDÁCTICA No. 3

Título: El caso de la hormona recombinante de crecimiento Bovino (rBGH). Una oportunidad para debatir en la clase de ciencias naturales.

Nivel de estudio	Campo de pensamiento	Tiempo asignado por momento		
		Indagando conocimientos	Me acerco al conocimiento	Aplico lo aprendido
Básica secundaria	Científico (ciencias naturales, tecnología); Histórico (sociales); Comunicativo (inglés)	60 minutos	240 minutos	180 minutos

Problema significativo del contexto: Los espacios para debatir situaciones de impacto social, económico, político, ambiental, etc. son poco promovidos en los espacios escolares, especialmente en las clases de ciencias naturales. Es importante generar estos espacios para favorecer habilidades de argumentación que repercutan en el pensamiento crítico de los estudiantes y los prepare para afrontar los retos del día a día, donde deben participar, trabajar en equipo y tomar decisiones importantes para su vida.

Objetivos

Docente: Favorecer la argumentación de los estudiantes en debates relacionados con CSC en las clases de ciencias naturales.

Estudiante: Participar en el debate sobre el uso de la rBGH como una CSC

Preguntas orientadoras: ¿La hormona recombinante de crecimiento bovino (rBGH) que se aplica a las vacas para mejorar la producción de leche tiene algún efecto sobre la salud de la vaca y del consumidor?

Conceptos asociados

- El Sistema endocrino
- Síntesis de leche
- La Hormona Recombinante de Crecimiento Bovino (rBGH)

INDAGANDO CONOCIMIENTOS

Reflexiono y respondo a las preguntas (sin consultar en ninguna fuente)

- ¿Qué papel cumplen las hormonas en los organismos y cómo se producen?
- ¿Qué ventajas y que desventajas puede traer para los seres vivos el uso de hormonas artificiales?
- ¿Qué sé del proceso de la síntesis de leche en los bovinos
- ¿La leche que consumo normalmente (si la consumo) está libre de hormonas artificiales?

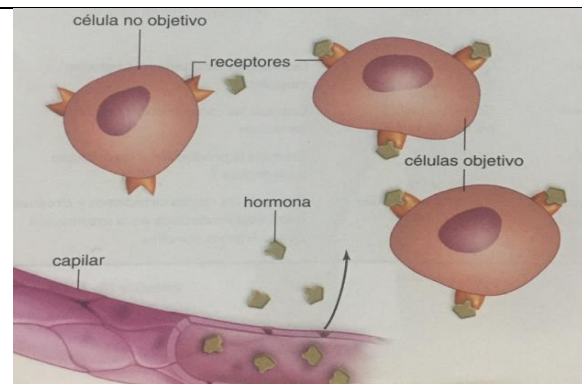
ME ACERCO AL CONOCIMIENTO

1. Leo la siguiente información tomada de la Biología la vida en la tierra.

El sistema endocrino junto con el sistema nervioso son los encargados de regular los demás sistemas orgánicos, lo que permite la coordinación de sus funciones dando como resultado la homeostasis (estado de equilibrio entre los sistemas del organismo).

Los mamíferos como la vaca tienen glándulas tanto exocrinas como endocrinas. Las exocrinas producen secreciones que se liberan hacia el exterior del cuerpo a través de conductos. Algunos ejemplos son las glándulas sudoríparas, lacrimales, mamaria, salivales y algunas células del páncreas. Las endocrinas liberan sus hormonas dentro del cuerpo.

El sistema endocrino está compuesto principalmente de glándulas que secretan hormonas que son transportadas a través del flujo



Las células objetivo son aquellas que pueden responder a ciertas hormonas porque poseen receptores específicos para dichas moléculas hormonales de tal forma que se acoplan de la misma manera que una llave se ajusta a una cerradura. Las células que no tienen receptores apropiados no responden al mensaje hormonal.

sanguíneo hacia las células objetivo por todo el cuerpo.

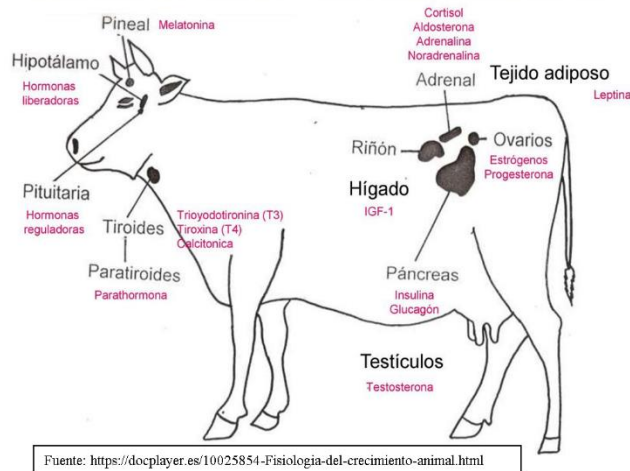
Las hormonas son un tipo de señal química, las cuales son un medio de comunicación entre células, entre partes del cuerpo, e incluso entre individuos.

También se consideran hormonas a las secreciones producidas por células neurosecretoras ubicadas en el hipotálamo, estas viajan a través de una red capilar que corre entre el hipotálamo y la glándula pituitaria. Algunas de estas secreciones estimulan a la pituitaria para que secrete sus hormonas, mientras que otras evitan que lo haga.

Las hormonas se pueden clasificar según su composición química en peptídicas (como la hormona de crecimiento, la prolactina, la oxitocina y la insulina); derivadas de aminoácidos (como la tiroxina, adrenalina y noradrenalina) y esteroideas (como estrógeno, progesterona y testosterona.)

2. Complementa la información observando el documental sobre el sistema endocrino disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=OVotC4Xul-w&t=54s>

Glándulas endocrinas



Como el tema de interés de esta secuencia es la utilización de la hormona recombinante de crecimiento bovino (**rBGH**) como una estrategia para mejorar la producción lechera, se presenta primero algunos aspectos importantes sobre la hormona de crecimiento (**GH**) que se produce de manera natural en los animales, en este caso los bovinos.

Esta hormona es también llamada somatotropina y se produce en la pituitaria anterior. Es la principal hormona reguladora del crecimiento de los seres humanos y otros animales ya que actúa sobre casi todas las células del cuerpo.

Dentro de sus principales funciones están intervenir en el correcto desarrollo del sistema inmunitario; promover el crecimiento esquelético y muscular a nivel de músculo esquelético, cartílago, hueso, hígado, nervios, piel, pulmón y células hematopoyéticas; estimular la velocidad de introducción de aminoácidos a las células para producir la síntesis proteica; incrementa el aprovechamiento de las grasas y el almacenamiento de los carbohidratos; mantiene un efecto regulador sobre el metabolismo de proteínas, grasas y azúcares; estimula la producción de IGF-1 o Factor de Crecimiento de Tipo Insulínico I, llamado también somatomedina C (Hadley, M. 1996).

La hormona de crecimiento y la producción de leche en el ganado bovino

La hormona de crecimiento juega un papel fundamental en la producción de leche ya que coordina los procesos metabólicos que se requieren: Interviene directamente en la mantención de la lactancia, donde su función principal es coordinar los procesos metabólicos: Causa un aumento moderado de la gluconeogénesis hepática; es un inhibidor potente de la utilización de glucosa y de la lipogénesis estimulada por insulina; reduce la captación de glucosa por los músculos; produce insulino resistencia en la etapa temprana de la síntesis de leche, lo que podría influir en la movilización de aminoácidos después del parto; aumenta el riego sanguíneo a la glándula mamaria

Junto con la IGF-1 estimula el crecimiento y desarrollo de la glándula mamaria, la secreción de leche por el alveolo y la galactopoyesis.

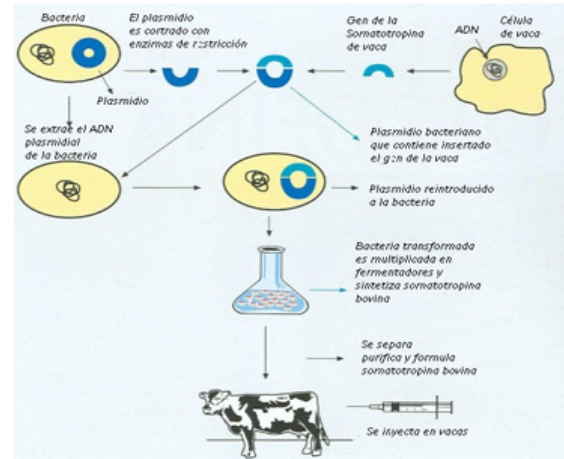
3. A lo largo de la historia la industria lechera ha venido introduciendo técnicas para mejorar la producción. Consulto en diferentes fuentes confiables cuáles son esas técnicas y con la información elaboro un organizador gráfico (línea de tiempo) que los explique.

La leche ha sido considerada un alimento indispensable en muchas poblaciones mundiales y se le atribuye propiedades nutricionales esenciales para el crecimiento y bienestar de las personas en sus diferentes etapas de desarrollo. En la medida en que la población humana ha venido creciendo, lo ha hecho también la demanda de alimentos. En el caso específico de la leche, esta demanda se ha convertido en una preocupación en tanto que los porcentajes de oferta no responde a los porcentajes de demanda, de tal manera que desde hace varias décadas se viene implementando técnicas para mejorar su producción. Una de esas técnicas es el uso de hormonas artificiales, como es el caso de la hormona recombinante de crecimiento bovino.

¿Pero que se sabe de la hormona artificial?
La hormona recombinante de crecimiento bovino rBGH (por sus siglas en inglés) es conocida también como somatotropina recombinante bovina (rBST).

La hormona fue sintetizada en la década de los 80s por medio de tecnología con ADN recombinante, clonando un segmento específico del ADN bovino en la bacteria *Echerichia coli K-12* a partir de la extracción del plasmidio (moléculas circulares de ADN que se encuentran en el citoplasma bacteriano y que se replican de manera autónoma, con independencia del ADN cromosómico) de la célula bacteriana para obtener finalmente una hormona similar en estructura química y actividad biológica que la producida por la pituitaria de la vaca (Bauman, 1992, Chalupa & Col, 1996; citado por Vargas et al (2006).

Figura
Síntesis de la rBGH



Inicialmente se extrae el ADN plasmidial de la célula bacteriana y se corta en un sitio específico mediante enzimas de restricción. De la vaca se extrae un segmento de ADN que contiene el gen que produce la hormona de crecimiento de la somatotropina y a este se le injerta el plasmidio bacteriano. Posteriormente, este plasmidio que contiene información de la vaca se reinserta en la bacteria que es sometida a reingeniería genética y se multiplica en estanques de fermentación. Como resultado las células bacterianas hacen uso de la maquinaria bacteriana destinada a la producción de proteínas, de tal forma que además de sus propias proteínas fabrica también la proteína responsable de la hormona BGH. Una vez llegado a este punto, las bacterias son muertas para someterlas al proceso de extracción y purificación de la BGH, que luego se incorpora a una formulación inyectable de liberación lenta (rBGH), que es la que se aplica a las vacas por vía subcutánea.


4. Observo el vídeo: uso de la somatotropina bovina en vacas lecheras. Disponible en:

https://www.youtube.com/watch?v=tvtoDC4uS_o

Consulto en diferentes fuentes, mínimo tres noticias o artículos relacionadas con el uso de la hormona recombinante bovina y expongo en un texto argumentativo mi postura frente al uso de la rBGH.

5. Consulto en diferentes fuentes confiables los nombres comerciales de la hormona y construyo un organizador gráfico que las explique.

6. Socializo la consulta con la clase para completar la siguiente tabla:

Marca comercial	Fabricante	Empresa distribuidora	Características
Lactotropina	Elanco – Bayer Animal Health estadounidense	Elanco Farmacéutica estadounidense de salud animal presente en más de 90 países. Pronaca , Empresa ecuatoriana procesadora y distribuidora de alimentos; distribuidora de insumos pecuarios. Con representación en Latinoamérica. Adisens , Empresa peruana dedicada a la comercialización de productos pecuarios.	 Ofrece un programa completo: Lactotropina Lactancia Completa, considerada como <i>“una herramienta indispensable y completa en la producción de leche”</i> (Contexto ganadero, 2021)

APLICO LO APRENDIDO

1- Realizo las lecturas de noticias y artículos relacionados con el uso de la hormona recombinante de crecimiento bovino.

EL USO DE LA SOMATOTROPINA BOVINA RECOMBINANTE (STBr) DURANTE EL ESTRÉS CALÓRICO EN EL GANADO BOVINO^a

Sara del C. Caballero Chacón ^b
Luis Ocampo Camberos ^b
Héctor Sumano López ^b

RESUMEN

En los bovinos productores de leche la producción láctea disminuye con el estrés calórico. Como respuesta compensatoria, se reduce la cantidad de calor metabólico producido; además, se desencadenan otros mecanismos homeostáticos para disipar el calor. La somatotropina bovina recombinante (STBr) incrementa la síntesis láctea mediante la coordinación fisiológica de varios órganos para apoyar las necesidades nutricionales en la producción de leche. Esto se logra en condiciones ideales o durante la presentación del estrés calórico. Sin embargo, dado que la producción de energía también aumenta, los efectos del estrés calórico se pueden exacerbar, en especial si las condiciones de manejo no son controladas. Aunque se han proporcionado algunas recomendaciones zootécnicas necesarias para reducir los efectos del estrés calórico, en animales suplementados con somatotropina bovina, aún no se cuantifica el costo fisiológico de esta práctica.

PALABRAS CLAVE: Estrés calórico, Somatotropina bovina recombinante, Bovino, Índice temperatura-humedad.

INTRODUCCION

En México, es frecuente encontrar casos de estrés calórico en el ganado productor de leche, cuyas consecuencias se reflejan en pérdidas considerables a nivel productivo y reproductivo (1). Por lo general, los problemas productivos asociados a estrés calórico se deben a la reducción en el consumo de materias secas para evitar la producción de calor metabólico, lo cual afecta notablemente la producción lechera (2). En varios informes (3,4,5) y en la práctica, se ha utilizado a la somatotropina bovina recombinante (STBr) como promotor de la producción láctea, incluso en condiciones de estrés calórico. Es ampliamente reconocido que los resultados del uso de la STBr son favorables (6,7). Por ejemplo, se ha

encontrado un incremento en la producción láctea de bovinos Holstein de 2.9 a 6.1 kg/vaca por día (5). Pero de estas experiencias se hace evidente la importancia de asociar el uso de la STBr con un manejo adecuado (2), ya que si no se modifica el manejo del hato existe la posibilidad de exacerbar las respuestas de las vacas al estrés calórico (1,2). Asimismo, se ha detectado que al rectificar deficiencias en el manejo de un hato suplementado con STBr se aumenta la cantidad de leche producida o se mantiene el aumento logrado con STBr en condiciones ideales (4,8).

El objetivo de esta revisión es exponer las formas en las que el estrés calórico afecta la producción láctea en el bovino, los efectos del uso de STBr en el bovino en condiciones de estrés calórico y la manera en que ciertas modificaciones en el manejo del hato pueden compensar los efectos del estrés calórico.

Fisiopatología del Estrés Calórico.

La vaca lechera es un mamífero poco eficiente para regular su temperatura

a Recibido para su publicación el 27 de marzo de 1995.
b Departamento de Fisiología y Farmacología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Coyoacán, D.F. C.P. 04510, México, D.F.

Las separatas y correspondencia deberán dirigirse a a M.V.Z. Sara del C. Caballero Chacón a la dirección del departamento de adscripción.

NOTA BREVE

USO DE SOMATOTROFINA RECOMBINANTE EN VACAS LECHERAS

USE OF RECOMBINANT SOMATOTROPIN IN DAIRY COWS

Stehr, W., B. Twele y L. Rosales

Instituto de Zootecnia, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile. E-mail: wstehr@uach.cl

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Hormona del crecimiento. Producción de leche.

ADDITIONAL KEYWORDS

Growth hormone. Milk production.

RESUMEN

La inyección regular de somatotrofina bovina en vacas lecheras desde el pico de lactancia incrementó la producción promedio de leche en 28 p. 100. Sin afectar a la composición de la leche, aumentó la producción de grasa, proteína, lactosa y sólidos totales. La condición corporal se mantuvo dentro de rangos normales.

SUMMARY

The injection of bovine somatotropin to dairy cows every 14 days from 65 days post calving until 275 days of lactation increased milk production (29 percent). There were no differences in the content of fat, total protein, lactose and total solids in the milk, but the yield of these components was increased.

INTRODUCCIÓN

El efecto galactopoyético de la somatotrofina bovina en vacas lecheras fue descrito en 1937 por científicos rusos (Bauman, 1992). Juskevich y Guyer (1990) confirmaron la especificidad de esta hormona demostrando

que la bST no posee acción biológica en el ser humano. El mecanismo de acción de la somatotrofina bovina en ganado lechero se explica mediante su control homeorrético modificador de la distribución de nutrientes para la síntesis de leche (Peel y Bauman, 1986). Comparando con vacas de igual nivel productivo, no hay evidencia de que genere aumentos de células somáticas en leche (Eppard *et al.*, 1985; Celeen 1995), hipocalcemias, cetosis, movilidad grasa o alteración de la fertilidad (Breier *et al.*, 1991).

Este trabajo trata de aportar antecedentes sobre el efecto del uso prolongado de bST sobre la producción y composición de leche.

MATERIAL Y MÉTODOS

El rebaño en producción se mantuvo en un sistema de estabulación permanente en invierno y pastoreo permanente en primavera-verano-otoño. Se suplementó todo el año con cantida-

Arch. Zootec. 50: 419-422. 2001.

PRODUCCIÓN LÁCTEA E INDICADORES ENERGÉTICOS EN VACAS LECHERAS SEMIESTABILADAS TRATADAS CON BAJAS DOSIS DE SOMATOTROPINA RECOMBINANTE BOVINA DURANTE EL PERÍODO DE TRANSICIÓN

Milk Production and Energy Indicators in Semi-housed Dairy Cows Treated With Low Doses of Recombinant Bovine Somatotropin During Transition Period

José Luiz Sánchez¹, Nicolás Tagle², Rodolfo Daetz³, Edgardo Duvauchelle³ y Mirela Noro^{4,5*}

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad La Salle, Bogotá, Colombia. ²Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Mayor, Santiago, Chile. ³Departamento de Nutrición Animal, ANASAC, Parque Industrial, Lautaro, Chile.

⁴Instituto de Ciencias Clínicas Veterinarias, Universidad Austral de Chile. ⁵Curso de Medicina Veterinaria, Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana, Brasil. *mirelanoro@gmail.com

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar el efecto de la administración de bajas dosis de somatotropina recombinante bovina (rbST) sobre indicadores del balance energético y la producción láctea en vacas lecheras en sistema semi-estabulado durante el periodo de transición. Se utilizaron 72 vacas Holstein-Friesian divididas en un grupo tratamiento (rbST, n=36), tratadas desde la 3ª semana preparto a la 6ª semana posparto con 250 mg/14 días (d) de rbST; y un grupo control (C, n=36), no tratado. Se obtuvieron muestras de sangre en ambos grupos durante la administración de rbST para determinar la concentración de ácidos grasos no esterificados (NEFA), β -hidroxibutirato (β HBA), colesterol, urea y albúmina y la actividad de las enzimas aspartato amino transferasa (AST), glutamato deshidrogenasa (GD) y gama glutamil transferasa (GGT); además de la condición corporal y peso. La producción láctea fue registrada desde el parto hasta la 7ª semana posparto. La concentración y actividad de los indicadores del balance energético fue similar entre grupos ($P>0,05$) y la producción láctea fue mayor en el grupo rbST que en el control (36,3 vs. 34,3 L/vaca/d; $P<0,05$). El porcentaje de presentación de enfermedades del periparto y los parámetros reproductivos fueron similares ($P>0,05$), excepto metritis que fue mayor en el grupo control que en rbST (22,2 vs 5,4%; $P<0,05$). Los resultados obtenidos permiten inferir que el uso de bajas dosis de rbST

en periodo de transición aumenta la producción láctea sin deteriorar el balance energético.

Palabras clave: Balance energético, producción láctea, preparto, periodo de transición, somatotropina.

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effect of low doses of recombinant bovine somatotropin (rbST) on energy balance parameters and milk production in transition dairy cows on a semi-housed system. Seventy two Holstein-Friesian cows were used and allotted in: treatment group (rbST, n=36), treated from 3rd prepartum to 6th postpartum week with 250 mg/14 days (d) of bST and control group (C, n=36), not treated. Blood samples were obtained during rbST treatment from both groups to determine non esterified fatty acids (NEFA), β -hydroxybutyrate (β HBA), cholesterol, urea and albumin concentrations and aspartate amino transferase (AST), glutamate dehydrogenase (GD) and gamma glutamil transferase (GGT) enzyme activities; body condition and live weight as well. Milk production was registered since partum to 7th postpartum week. Energy balance parameters were similar between groups ($P>0,05$) and milk production was higher in rbST than C (36.3 vs. 34.3 L/cow/d, $P<0,05$). The percentage of diseases presentation and reproductive parameters in both groups was similar ($P>0,05$), except for metritis being higher in control group (22.2 vs 5.4%; $P<0,05$). Results obtained allow to infer that the treatment of grazing dairy cows with low

Recibido: 09 / 05 / 2013 . Aceptado: 11 / 02 / 2014.

Hormonas de crecimiento bovino

por Paul Kingsnorth

La combinación, habitual en Monsanto, de mala ciencia, reclamos engañosos, silenciamiento y eliminación de los oponentes y de las informaciones perjudiciales, es más que evidente en el caso del primer producto manipulado genéticamente que se ha comercializado: la hormona de crecimiento bovina, o la Somatotropina Bovina.

La Hormona Recombinante de Crecimiento Bovino (rBGH, según las siglas en inglés, también conocida como Bovine Somatotropin, o BST), es una copia obtenida por ingeniería genética, de una hormona que producen naturalmente las vacas. La rBGH está ideada para que las vacas produzcan más leche de la que producirían naturalmente. Funciona alterando la expresión del gen de los transportadores de glucosa de la glándula mamaria, músculo y grasa de la vaca. El gen facilita el trasvase de glucosa a la glándula mamaria, lo que hace que produzca más leche.

Se espera que las vacas a las que se inyecta diariamente una dosis de la rBGH —comercializada con la marca Posilac— incrementen su producción entre un 10 y 20 por ciento. Sin embargo, los problemas y los efectos secundarios asociados al uso de la rBGH son numerosísimos. Son tantos sus peligros reales y potenciales que está prohibido en Canadá, la Unión Europea y otros países, a pesar de los esfuerzos de Monsanto por ganarse la apertura de esos mercados. Aún así, la rBGH se ha utilizado en otros países —principalmente en EEUU— durante varios años. Y es de allí de donde nos están llegando las malas noticias.

¿Quién se beneficia?

La US Food and Drug Administration (FDA)—organismo regulador de alimentos y medicamentos estadounidense—, declaró a la rBGH oficialmente “segura” en 1993, y Monsanto empezó a vender Posilac a los ganaderos en febrero del año siguiente¹. En EE.UU. hay dos beneficios obvios de su uso a gran escala: un ingreso anual estimado de Monsanto de entre 300 y 500 millones de dólares, y un incremento estimado de un 12% en el suministro de leche del país². Ya desde los 50, las granjas de lácteos americanas han producido de forma sistemática más leche de la que puede consumir la nación, y el Gobierno Federal ha venido comprando los excedentes cada año para evitar que el precio se desplomara. En el periodo de 1980-85, el gobierno de EE.UU. gastó una media de 2.100 millones de dólares cada año en la compra del excedente lácteo³. Nadie necesita en EE.UU. la leche extra que la rBGH puede dar.

Es más, los animales tratados con la hormona están sujetos a un tremendo estrés. Normalmente unas 12 semanas después de que la vaca es una ternera produce leche a expensas de su salud. La vaca pierde peso, es estéril y es más susceptible a las enfermedades. Eventualmente, la producción de leche disminuye y su cuerpo empieza a recuperarse. La inyección de rBGH supone que el ganade-



ro puede posponer esa recuperación entre otras 8 o 12 semanas, incrementando sustancialmente la producción de leche de la vaca, pero también haciendo que sea más susceptible a las enfermedades⁴.

Para una mayor comprensión de los efectos perjudiciales potenciales de la rBGH en las vacas, uno no necesita más que ver la etiqueta de advertencia que el FDA exige que Monsanto incluya en cada remesa de Posilac. La etiqueta destaca 21 problemas de salud asociados al uso de Posilac, que incluyen ovarios císticos, desórdenes uterinos, disminución del tiempo de gestación y peso de nacimiento de las terneras, incremento de la tasa de gemelos y retención de placenta⁵.

Potencialmente el problema más serio, de todas formas, es

el incremento del riesgo de mastitis o inflamación de las ubres. Una vaca con mastitis produce leche con pus. Las empresas lácteas no aceptarían leche que tenga un número de células somáticas anormalmente alto (por ejemplo: una alta proporción de pus), y la mastitis puede ser, así, una clara fuente de pérdida de ingresos de los ganaderos. Muchos intentan atajar el problema con el uso de antibióticos, pero se sospecha que los residuos de antibióticos en la leche causan problemas en los humanos que la beben, y también contribuyen al desarrollo de resistencia a antibióticos entre las bacterias⁶.

Preocupado con los efectos potenciales de la rBGH, el US National Farmers Union (NFU), estableció una línea de teléfono en 1994 para que los ganaderos informasen sobre cualquier problema asociado con el Posilac. Cientos de ganaderos llamaron. John Shumway, ganadero del estado de Nueva York, dijo que tuvo que reemplazar 50 vacas como resultado de malas reacciones al Posilac. Las pérdidas estimadas por el uso de rBGH ascendieron a unos 100.000 dólares⁷. Melvin Van Heel, de Minnesota, dijo que sus vacas, tratadas con rBGH, padecieron mastitis, abortos y heridas ulcerosas. “Obtuve más leche, pero no creo que mereciera la pena”.

En 1994 los investigadores de la compañía afirmaban que “no hay pruebas de que el contenido hormonal de la leche de vacas tratadas con rBST sea en modo alguno distinto del de las vacas no tratadas.” Sin embargo, en 1993 Monsanto había admitido que “el nivel de IGF-1 [en la leche] aumentó de manera sustancial [cerca de 5 veces más]” cuando se usó rBGH.

El peligro para la salud humana del uso de Posilac en Colombia

8:32 Martin Tobon



La combinación, habitual en Monsanto, de mala ciencia, reclamos engañosos, silenciamiento y eliminación de los oponentes y de las informaciones perjudiciales, es más que evidente en el caso del primer producto manipulado genéticamente que se ha comercializado: la hormona de crecimiento bovina.

La Hormona Recombinante de Crecimiento Bovino (rBGH), es una copia obtenida por ingeniería genética, de una hormona que producen naturalmente las vacas. La rBGH está ideada para que las vacas produzcan más leche de la que producirían naturalmente. Funciona alterando la expresión del gen de los transportadores de glucosa de la glándula mamaria, músculo y grasa de la vaca. El gen facilita el trasvase de glucosa a la glándula mamaria, lo que hace que produzca más leche.

Se espera que las vacas a las que se inyecta diariamente una dosis de la rBGH – comercializada con la marca Posilac– incrementen su producción entre un 10 y 20 por ciento. Sin embargo, los problemas y los efectos secundarios asociados al uso de la rBGH son numerosísimos. Son tantos sus peligros reales y potenciales que está prohibido en Canadá, la Unión Europea y otros países, a pesar de los esfuerzos de

Monsanto por ganarse la apertura de esos mercados. Aún así, la rBGH se ha utilizado en otros países –principalmente en EEUU– durante varios años. Y es de allí de donde nos están llegando las malas noticias.

Los animales tratados con la hormona están sujetos a un tremendo estrés. Normalmente unas 12 semanas después de que la vaca es una ternera produce leche a expensas de su salud. La vaca pierde peso, es estéril y es más susceptible a las enfermedades. Eventualmente, la producción de leche disminuye y su cuerpo empieza a recuperarse. La inyección de rBGH supone que el ganadero puede posponer esa recuperación entre otras 8 o 12 semanas, incrementando sustancialmente la producción de leche de la vaca, pero también haciendo que sea más susceptible a las enfermedades.

Para una mayor comprensión de los efectos perjudiciales potenciales del rBGH en las vacas, uno no necesita más que ver la etiqueta de advertencia que el FDA exige que Monsanto incluya en cada remesa de Posilac. La etiqueta destaca 21 problemas de salud asociados al uso de Posilac, que incluyen ovarios císticos, desórdenes uterinos, disminución del tiempo de gestación y peso de nacimiento de las terneras, incremento de la tasa de gemelos y retención de placenta.

Potencialmente el problema más serio, de todas formas, es el incremento del riesgo de mastitis o inflamación de las ubres. Una vaca con mastitis produce leche con pus.

Los peligros para la salud humana

Incluso dejando de lado los problemas de salud causados por residuos de antibióticos en la leche –utilizados para tratar a las vacas que padecen mastitis– los efectos del rBGH en los humanos pueden ser devastadores. Los estudios científicos más preocupantes son los que relacionan el rBGH con el cáncer.

Cuando a la vaca se le inyecta el rBGH, su presencia en la sangre estimula la producción de otra hormona, llamada, en inglés Insuline-like Growth Factor 1 (IGF-1) -Factor de crecimiento tipo insulina-, una hormona-proteica que producen naturalmente tanto vacas como humanos. El uso de rBGH incrementa los niveles de IGF-1 en la leche de las vacas. Dado que el IGF-1 es activo en los humanos –causando que las células se dividan– algunos científicos piensan que una ingesta de leche tratada con altos niveles de rBGH, podría dar paso a una división y un crecimiento incontrolados de células en los humanos, en otras palabras: cáncer.

Más de cien imputados por el uso de una hormona prohibida en granjas para producir más leche.

04.12.2013 | 17:47 horas

Por RTVE.es / AGENCIAS

Más de cien personas están imputadas en una investigación que el Servicio de Protección de la Naturaleza de la Guardia Civil (SEPRONA) desarrolla en todo el territorio español contra la utilización en granjas de ganado vacuno de una hormona prohibida para que produzcan más leche.

La operación abierta hace más de un año, denominada Operación Brucela, dirigida por el Juzgado de Instrucción Número 2 de Lugo, afecta a prácticamente todos los municipios de esta provincia.

El operativo, según fuentes de la operación recogidas por Europa Press, abarca una investigación sobre la utilización de una hormona animal, la somatropina bovina, que acelera la producción de leche y la aumenta, y otra sobre la inoculación del virus de la brucelosis en aquellos animales ya amortizados, para cobrar subvenciones.

"Hay muchísima gente imputada", han advertido las fuentes de la investigación, y entre ellas granjas de "reconocido prestigio y con varios premios".

Una hormona prohibida por la UE

Según el Seprona de Lugo, miles de vacas de Galicia y otras regiones habrían recibido inyecciones de una hormona altamente peligrosa y prohibida por la UE, la somatotropina bovina (BST), con la intención de duplicar su producción lechera.

La utilización de BST, según recoge Servimedia, en las explotaciones ganaderas investigadas era algo habitual y sistemático, dado su bajo precio y los altos beneficios que generaba su uso a los ganaderos.

Del centenar de imputados, alrededor de 60 residen en la provincia de Lugo. El resto se reparte entre A Coruña, Santander, Asturias, Lérida y otras provincias españolas con una importante industria ganadera.

El secretario en Galicia de Unions Agrarias, Roberto García, ha asegurado en declaraciones recogidas por Europa Press, que la utilización de la hormona "no se trata de algo que pueda afectar a la salud de las personas" y que de hecho en algunos países no está prohibida.

García sostiene que se asiste a "una estafa, más que un problema de salud pública". "Estamos ante una estafa a unos ganaderos necesitados, la inmensa mayoría acudía a una actuación milagrosa para cuadrar las cuentas de su explotación", ha dicho el dirigente agrario.

Unions Agrarias estudia personarse en la causa abierta por el citado juzgado de Lugo, por "el daño que pueda causar en el sector en general, en la imagen y en las dudas del consumidor frente a unos personajes muy concretos ajenos al sector", ha esgrimido.

Por su parte, la directora internacional de Igualdad Animal, Sharon Núñez, ha calificado como "escándalo alimentario" los hechos y ha vaticinado que "no será el último, pues para estas industrias los animales son máquinas de producción de los que sacar el máximo beneficio económico"

2- Observo mínimo 3 de los documentales sobre el uso de la rBGH en los siguientes enlaces:

Documental	Generalidades
www.youtube.com/watch?v=0D3Rgs7mihg www.youtube.com/watch?v=Pm6xpWuEBU#t=04m55s	Describe de manera general los avances de las patentes para la manipulación del ADN (pros y contras). Como anexos muestran el caso de la hormona de crecimiento bovino (rBGH) cuentan verdades ocultas de cómo se manipula la verdad en las investigaciones científicas y cómo esta hormona resultó ser un negocio prospero para una empresa a costa del bienestar animal y del consumidor.
www.youtube.com/watch?v=j6kGHcYRIU4	Discovery DSALUD presenta los peligros de la leche y sus derivados para el consumo humano. Presenta resultados de investigaciones realizadas que corroboran esos peligros.
www.youtube.com/watch?v=twtoDC4uS_o	Explica las bondades del uso de la rBGH: mejoramiento de la curva de lactancia en la vaca, logrando que planee en el tiempo logrando que se produzca mayor cantidad de leche en Perú.
www.youtube.com/watch?v=kv4G56ZWgJw	Presenta en el lanzamiento de Elanco en Chile con la hormona lactotropina que busca conseguir alrededor de 1000 litros más de leche por cada lactancia.
www.youtube.com/watch?v=dZ0WU6AiBGM	Aborda la necesidad de una buena alimentación y cuidados en las vacas para lograr una mejor producción lechera en Paraguay. Hacen énfasis en bienestar animal con ayuda de la tecnología, pero guardando una armonía entre ambas.
www.youtube.com/watch?v=z7vCJidKZ9Q www.youtube.com/watch?v=Q0j3onwVQLc	Presenta parte 1 y 2 del programa “Balde lleno” de Brasil. Proyecto de investigación y transferencia tecnológica a pequeños productores de leche y da a conocer los resultados positivos de esta estrategia.
www.youtube.com/watch?v=DfVBPk38Vpk&spfreload=10	El programa Megaleche “Valde lleno” presenta el proyecto lechero que está apoyado por diferentes entidades internacionales: Corporación Técnica Israelí (MASHAV), Corporación Internacional para el desarrollo Agrícola (CINADCO), Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA). Y nacionales como la gobernación de Atlántico, Consultores y Operarios Agroindustriales (COA) y el SENA. Presentan a los pequeños y grandes ganaderos del Atlántico (Colombia) los beneficios y técnicas empleadas en el proyecto para aumentar la productividad lechera a partir de mejorar la alimentación de las vacas logando mejores follajes y pastos con bajos costos.

3-Despues de documentarme con el material propuesto, tomo una postura a favor o en contra del uso de la rBGH, selecciono uno de los grupos para trabajar en equipo (uno a favor y otro en contra del uso de la rBGH).

4- Determino el rol que quiero asumir en el debate sobre la hormona

5- Trabajo con mi equipo y formulo una pregunta que oriente el debate.

6- Participo de manera activa en el debate, justificando, refutando y/o exponiendo mis propios argumentos sobre el uso de la rBGH.