

Trayectorias y aportes pedagógicos para la educación en ciencias

Isabel Garzón Barragán
Leonardo Fabio Martínez Pérez
(Edición académica)



UNIVERSIDAD PEDAGOGICA
NACIONAL
Educadora de educadores

Doctorado
Interinstitucional
en Educación

DIE

Universidad
del Valle

UNIVERSIDAD DISTRICTAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA
NACIONAL

CÁTEDRA DOCTORAL 11

Trayectorias y aportes pedagógicos
para la educación en ciencias

Leonardo Fabio Martínez Pérez
Rector

María Isabel González Terreros
Vicerrectora de Gestión Universitaria

John Harold Córdoba Aldana
Vicerrector Académico

Fernando Méndez Díaz
**Vicerrector Administrativo
y Financiero**

Gina Paola Zambrano Ramírez
Secretaria General

Todos los derechos reservados

Editores académicos

Isabel Garzón Barragán

Leonardo Fabio Martínez Pérez

Autores

Isabel Garzón Barragán

Leonardo Fabio Martínez Pérez

Julio Alejandro Castro Moreno

Fidel Antonio Cárdenas Salgado

Pedro Nel Zapata Castañeda

Rosa Nidia Tuay-Sigua

Gerardo Andrés Perafán Echeverri

Alfonso Claret Zambrano

Libia Stella Niño Zafra

Paulo Marcelo Marini Teixeira

© Universidad Pedagógica Nacional

Primera edición: Bogotá, 2021

ISBN impreso: 978-628-7518-20-9

ISBN PDF: 978-628-7518-21-6

ISBN ePub: 978-628-7518-22-3

Colección: Cátedra Doctoral - n.º 11

*Trayectorias y aportes pedagógicos
para la educación en ciencias*

Hecho el depósito legal que
ordena la Ley 44 de 1993 y decreto
reglamentario 460 de 1995.



Esta publicación puede ser distribuida,
copiada y exhibida por terceros si se muestra
en los créditos. No se puede obtener ningún
beneficio comercial. No se pueden realizar
obras derivadas.

Preparación editorial

Universidad Pedagógica Nacional Grupo Interno de Trabajo Editorial

Carrera 16A n.º 79 - 08
editorial.pedagogica.edu.co
Teléfono: (57 601) 594 1894
Bogotá D. C., Colombia

Alba Lucía Bernal Cerquera
Coordinación

Maritza Ramírez Ramos
Edición

Nicolás Sepúlveda Perdomo
Corrección de estilo

Mauricio Salamanca
Diagramación

Mauricio Esteban Suárez Barrera
Diseño de cubierta y finalización de artes

Xpress Estudio Gráfico y Digital S. A. S.
Kimpres
Impresión

Fechas de evaluación:
17-06-2021/25-06-2021

Fecha de aprobación:
16-04-2021

Isabel Garzón Barragán
Leonardo Fabio Martínez Pérez

Edición académica

CÁTEDRA DOCTORAL 11

Trayectorias y aportes pedagógicos para la educación en ciencias



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL**
Educadora de educadores



UNIVERSIDAD
DE VILLAS UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
FABRICO DE CALZOS UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

Catalogación en la fuente - Biblioteca Central de la Universidad Pedagógica Nacional

Trayectorias y aportes pedagógicos para la educación en ciencias. Isabel Garzón Barragán y nueve autores más. – Primera edición. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, 2022.
298 páginas. —(Colección Cátedra Doctoral N.º 11)

Incluye: Referencias bibliográficas al final de cada capítulo.

Nota: Se encuentra un capítulo en portugués.

ISBN: 978-628-7518-20-9 (impreso)

ISBN: 978-628-7518-21-6 (PDF)

ISBN: 978-628-7518-22-3 (ePub)

1. Ciencia y Tecnología – Enseñanza. 2. Educación Ambiental - Enseñanza. 3. Métodos de Enseñanza. 4. Enseñanza Aprendizaje. 5. Metodología en Pedagogía. 6. Formación Ciudadana. 7. Educación. 8. Ciencias – Educación - Brasil. 9. Formación Profesional de Maestros. 10. Innovación Educativa. I. Martínez Pérez, Leonardo Fabio. II. Castro Moreno, Julio Alejandro. III. Cárdenas S., Fidel Antonio. IV. Zapata Castañeda, Pedro Nel. V. Tuay-Sigua, Rosa Nidia. VI. Perafán Echeverri, Gerardo Andrés. VII. Claret Zambrano, Alfonso. VIII. Niño Zafra, Libia Stella. IX. Marini Teixeira, Paulo Marcelo.

507 21ed.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	9
Isabel Garzón Barragán	
EDUCACIÓN EN CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y AMBIENTE: HISTORIA Y DESAFÍOS ACTUALES PARA LA FORMACIÓN CIUDADANA	11
Leonardo Fabio Martínez Pérez	
ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE EL PAPEL DE LA FILOSOFÍA EN LA INTEGRACIÓN DE LAS CIENCIAS NATURALES Y LA EDUCACIÓN AMBIENTAL	33
Julio Alejandro Castro Moreno	
EVALUACIÓN Y DIFICULTADES DE APRENDIZAJE: DOS CAMPOS DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS	63
Fidel Antonio Cárdenas Salgado	
APORTES DE LOS ESTUDIOS SOBRE APRENDIZAJE Y COGNICIÓN A LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	87
Pedro Nel Zapata Castañeda	
LAS COMUNIDADES DE FORMACIÓN Y LOS COMPROMISOS QUE SE ATRIBUYEN	105
Rosa Nidia Tuay-Sigua	

CONOCIMIENTO PROFESIONAL DOCENTE: APORTES PARA UN DEBATE EPISTEMOLÓGICO RESPECTO A SU CARACTERIZACIÓN A PARTIR DE UN ESTUDIO DE CASO	123
Gerardo Andrés Perafán Echeverri	
LOS ÚLTIMOS AVANCES INVESTIGATIVOS EN EL CAMPO DE LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS	167
Alfonso Claret Zambrano	
AUTONOMÍA DEL EXPERIMENTO EN LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS DE LA NATURALEZA. IMPLICACIONES PEDAGÓGICAS Y DIDÁCTICAS	197
Isabel Garzón Barragán	
BALANCE Y PERSPECTIVAS PEDAGÓGICAS SOBRE EVALUACIÓN Y CURRÍCULUM ESCOLAR: INVESTIGACIÓN DE EVALUANDO-NOS 2002-2017	219
Libia Stella Niño Zafra	
PANORAMA DA PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO BRASIL: UM OLHAR BASEADO NA PRODUÇÃO ACADÊMICA NO ENSINO DE BIOLOGIA (1972-2011)	253
Paulo Marcelo Marini Teixeira	
SOBRE LOS AUTORES	291

PRESENTACIÓN

TRAYECTORIAS Y APORTES PEDAGÓGICOS PARA LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS

La pandemia, ocasionada por el virus causante de la covid-19, ha manifestado la relevancia de profundizar en diversas perspectivas contemporáneas sobre la educación en ciencias, expresadas en maneras complejas de concebir las ciencias, al reconocer sus aportes y sus límites, como también su función social, capaz de posibilitar nuevos caminos de comprensión del mundo y del actuar social. Además, la necesidad de vacunar a la gran mayoría de los habitantes de este planeta ha evidenciado la influencia del poder en la investigación y en la generación de las vacunas, asimismo, la necesidad de profundizar en la función crítica de la actividad científica.

En relación con esto, se precisa de una visión más amplia de la educación en ciencias que permita problematizar esquemas estrechos de la enseñanza de las ciencias, para ir más allá del desarrollo de habilidades cognitivas. Es decir, propiciar caminos que renueven las maneras de enseñar y aprender, de tal manera que se profundice en las relaciones recíprocas entre el conocimiento y las prácticas científicas y tecnológicas con las realidades sociales. De este modo, se genera una cultura científica que permita el desarrollo de la autonomía en la búsqueda de información y la comprensión de los contextos y vivencias de nuestras sociedades; además, que se construya una relación crítica con el conocimiento científico y la influencia del poder. Todo esto encaminado a hacer más significativo el aprendizaje de las

ciencias, favorecer la participación de los ciudadanos en los debates públicos, así como el compromiso ciudadano en la acción política.

En este sentido, dada la importancia de la investigación sobre la educación en ciencias para contribuir a la reflexión y construcción de conocimiento, se presentan en este libro algunos de los aportes a la educación, la pedagogía y la didáctica desde el campo de la Educación en Ciencias, socializados en la Cátedra Doctoral: Trayectorias y aportes pedagógicos de la educación en ciencias, a partir de las diferentes líneas de investigación del énfasis en ciencias del Doctorado Interinstitucional en Educación.

Así, se inicia con una de las principales perspectivas contemporáneas sobre la educación en ciencias, que corresponde a la corriente sobre educación en ciencias, tecnología, sociedad y ambiente, la cual aborda su historia y los desafíos actuales para la formación ciudadana. También se reflexiona acerca del papel de la filosofía de las ciencias en la integración de la educación en ciencias y la educación ambiental, otra de las perspectivas contemporáneas. Se incluyen contribuciones derivadas del conocimiento profesional del profesor, la relación entre la evaluación escolar y las dificultades de aprendizaje, el desarrollo de habilidades de pensamiento, perspectivas pedagógicas sobre la evaluación y el currículo escolar, y el papel del experimento en la educación en ciencias naturales y en la construcción de conocimiento escolar. Por último, se presenta un panorama de la investigación en ciencias en Brasil, del profesor Paulo Marcelo Marini, invitado internacional a la Cátedra.

Isabel Garzón Barragán
Bogotá, abril de 2021

Educación en ciencia, tecnología, sociedad y ambiente: historia y desafíos actuales para la formación ciudadana

Leonardo Fabio Martínez Pérez
Universidad Pedagógica Nacional

La ciencia y la tecnología (cyt) constituyen, desde la modernidad, una novedosa forma de conocimiento, institucionalizada en la sociedad como un poderoso mecanismo de producción de diversas mercancías, aparatos y artefactos presentes en gran parte de las actividades humanas. Basados en una teoría crítica del conocimiento humano, podemos interpretar su desarrollo como un fenómeno paradójico, pues, por un lado representa una gran promesa a la humanidad al contribuir en la cura de enfermedades letales, solucionar problemas ambientales e incidir positivamente en las áreas de la agricultura, el transporte, las telecomunicaciones; por otro lado, también representa una amenaza por sus vínculos con determinados

intereses económicos y políticos, que desencadenan en megaproyectos con serios cuestionamientos éticos, por ejemplo las investigaciones asociadas a la industria de alimentos transgénicos, biocombustibles, mejoramiento genético, entre otros, que abarcan fuertes polémicas.

En cualquier caso, la *cyt* dejó de ser una actividad individual propia de religiosos, filósofos o artesanos de los siglos xv y xvi y pasó a ser una actividad pública desarrollada por comunidades cada vez más vinculadas a proyectos económicos. Esta actividad pública debe ser conocida y discutida por todos los ciudadanos, en cuanto su desarrollo impacta directamente la vida de todos. Actualmente, es difícil pensar la vida de los seres humanos desvinculada de los productos del desarrollo científico y tecnológico. La simple compra de los productos de la canasta familiar implica una alfabetización básica en la lectura de tablas nutricionales, la cual orienta la toma de decisión adecuada para adquirir alimentos saludables. El consumo de medicamentos, la compra de prendas de vestir, el uso de determinadas formas de transporte y las demás actividades diarias podrían ser más consiente y razonable si ponemos en práctica los conocimientos científicos y tecnológicos.

En la década de 1960, se denominó Educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) al campo de investigación interesado en comprender los procesos de enseñanza, aprendizaje, construcción curricular, evaluación y formación de profesores asociados a los aspectos sociales, políticos y ambientales de la *cyt*. Para 1990 se incorporó la dimensión ambiental como elemento central y se configuró la Educación CTSa. Desde su origen, este tipo de educación ha implicado un punto de vista crítico en la educación en ciencias, pues cuestiona la tesis tecnocrática según la cual la *cyt* debería ser un asunto exclusivamente de especialistas, es decir, de científicos, ingenieros y tecnólogos; por el contrario, este conocimiento debe ser de interés para todos y, por lo tanto, la educación no puede ser solo para aquellas personas cuyo proyecto de vida es ser científicos, sino para todos los ciudadanos y esta formación empieza en las escuelas. La tesis de la educación en ciencias para el ejercicio de la ciudadanía se afianza al encontrar en los estudios de percepción pública de la ciencia que la mayoría de los estudiantes de educación media no desean estudiar ciencias (Leyton *et al.*, 2010; FECYT, 2015). Esto llama la atención en dos aspectos: el primero, que la formación básica de los ciudadanos en *cyt* ocurre en la

escuela, por lo cual es fundamental su desarrollo sólido de manera que posibilite explorar otros medios educativos como los disponibles en radio, televisión, internet y centros de divulgación científica. El segundo aspecto llama la atención hacia fomentar el interés por el estudio de estas áreas de conocimiento y de actitudes hacia este para que más estudiantes decidan estudiar ciencias.

Según Pedretti (2003), la educación CTSA tiene como objetivo central formar ciudadanos socialmente responsables, lo cual implica el desarrollo de razonamientos críticos y argumentados por parte de los estudiantes frente a los asuntos científicos y tecnológicos. Este tipo de educación promueve una comprensión amplia del funcionamiento de la cyt en la sociedad, la cual ausculta su enlace con determinados intereses y la transformación entre el ser humano y la naturaleza. Así, para educar en ciencias, es necesario saber los modelos, teorías, leyes y conceptos científicos, aunque no es suficiente, pues se requiere conocer el funcionamiento de la ciencia en la sociedad, sus valores e impactos.

Teniendo en cuenta la importancia de la educación CTSA para la formación ciudadana, el objetivo de esta sesión de la cátedra es presentar un balance histórico de este tipo de educación al caracterizar los desafíos investigativos y didácticos para la formación ciudadana. En primer lugar, se presenta un análisis histórico del origen y desarrollo de la educación CTSA; luego se discuten algunos trabajos concretos sobre este tipo de educación orientados a la formación ciudadana, los cuales son resultado de un trabajo de más de diez años en el grupo de investigación Alternativas para la enseñanza de las ciencias (Alternaciencias).

ORIGEN Y DESARROLLO DE LA EDUCACIÓN CTSA

En primer lugar, se debe precisar que la denominación CTS ha sido usada en dos campos del conocimiento. El primero de ellos hace alusión a los estudios sociales sobre la ciencia y la tecnología, los cuales se ha constituido de forma interdisciplinaria entre aportes de las ciencias sociales, humanas y naturales. Este campo abarca problemas de investigación sobre la construcción social de la cyt desde el punto de vista filosófico, epistemológico, sociológico y, más recientemente, político. Su origen data de la década de 1960 con los programas de

investigación de varias instituciones norteamericanas y europeas¹ dedicadas al análisis de las implicaciones e impacto de la *cyt* en la sociedad; se debe señalar que a partir de la vinculación de la actividad científica y tecnológica a megaproyectos, tales como el proyecto Manhattan, la *cyt* dejó de ser un emprendimiento de comunidades de especialistas, propias del siglo XVIII y XIX, para ser una preocupación central de gobiernos y grandes corporaciones, en las que participan políticos, empresarios, abogados, científicos, ingenieros, tecnólogos y, en fin, profesionales de distintas áreas. De tal forma, se requería analizar el desarrollo de esta nueva forma de producción de conocimiento que, comparada a otros momentos de la humanidad, tendría las mayores repercusiones e impactos en la vida del planeta.

El segundo campo de conocimiento es el de nuestro interés y se refiere a la educación *CTSA*, si bien se ha nutrido teóricamente de los estudios sociales sobre la ciencia y la tecnología —como también ha sido denominado el primer campo—, sus problemas de investigación son distintos y hacen referencia al estudio de la comprensión de los estudiantes y profesores, en distintos niveles y modalidades educativas, sobre la ciencia y tecnología; asimismo, indaga sobre currículos y procesos de enseñanza y aprendizaje pertinentes para la formación ciudadana. Este campo surgió en la década de 1970 con la preocupación creciente de una necesaria renovación de la educación en ciencias en el contexto norteamericano y europeo.

Hay que señalar que existe un amplio consenso entre distintos investigadores frente al origen de la educación *CTS(A)*² como un

1. Según Mitcham (1990) se pueden caracterizar dos tipos de programas, unos liderados por facultades de ingeniería creados en universidades tecnológicas tales como el Instituto de Tecnología de Massachussets de Georgia, Universidad Carnegie Mellon, Universidades de Etenford y de Pensilvania y otros asociados a ciencias sociales como los propuestos por la Universidad de Cornell. En el caso europeo conforme García *et al.*, (2001) se consolidaría una tradición de *crs* cuyo objetivo central consistiría en analizar la contextualización social de la *cyt* según los diversos factores que influyen en su constitución, dentro de esta tradición estaría el programa fuerte de la sociología iniciado por los trabajos de David Bloor, el programa empírico del relativismo propuesto por Bruno Latour y Steve Woolgar y el programa sobre la construcción social de la tecnología propuesto por Wiebe Bijker y Trevor Pinch.

2. Relacionamos la letra *A*, alusiva al ambiente, entre paréntesis para hacer referencia a la literatura inicial que marcó el origen de la educación *crs*, en la que no era explícita la dimensión ambiental, pues de acuerdo con Pedretti *et al.*, (2008) aproximadamente hasta finales de la década de 1990, un número importante de trabajos de investigación propios de la educación en ciencias que adoptaban el enfoque *crs* adicionaron a la sigla la dimensión ambiental para resaltar las cuestiones adyacentes a la crisis ambiental planetaria; de esta forma apareció

movimiento educativo crítico de renovación curricular en el ámbito universitario y de la educación básica secundaria y media (Aikenhead, 2005; López, 1998; Waks, 1990). Los autores citados reconocen que el contexto sociopolítico y económico de las décadas de 1960 y 1970, caracterizado por fuertes tensiones bélicas y convulsiones sociales, fue relevante para el nacimiento del movimiento ambientalista, el movimiento contracultural y el movimiento *pugwash*, los cuales repercutieron en educadores en ciencias al hacerlos reflexionar profundamente sobre los objetivos de la educación de científicos y de ciudadanos. Por otra parte, los desarrollos teóricos de la filosofía y sociología de las ciencias fueron fundamentales para el nacimiento de una crítica educativa fundamentada.

El uso del conocimiento científico en proyectos de guerra de alta envergadura como el proyecto Manhattan, la producción y uso extensivo de agrotóxicos en la agricultura —como el dicloro difenil tricloroetano (DDT)—, entre otros, alertaban de los impactos socioambientales del progreso científico. Todo esto prendió las alarmas en los movimientos sociales y cuestionó los fines de la educación en ciencias.

La educación C_{TS}A reclamaba una enseñanza centrada en el humanismo, en oposición a la enseñanza elitista y tecnocrática, así se cuestionaba el *status quo* dominante de la educación en ciencias y tecnología, caracterizado por la transmisión de contenidos científicos y por la fragmentación de las disciplinas científicas (química, física y biología).

El primer libro escrito para discutir las tendencias y preocupaciones de la educación C_{TS(A)} fue de John Ziman (1925-2005) y se publicó en 1980. En esta obra el autor caracterizó siete tendencias centrales de este tipo de educación: relevante, vocacional, interdisciplinar, histórica, filosófica, sociológica y problémica (Ziman, 1980).

La tendencia relevante puede ser la más frecuente en nuestros días al referirnos a una educación C_{TS}A, pues se centra en el estudio de las aplicaciones científicas y tecnológicas en la sociedad. Por ejemplo, esta es presente cuando los profesores resaltan la importancia de la química en la producción de combustibles o de la biología para la preservación de la biodiversidad. De esta forma, esta tendencia

la denominación C_{TS}A, la cual es utilizada a lo largo de nuestros trabajos que han destacado la incorporación de la educación ambiental con la educación en ciencias.

resulta atractiva para profesores interesados en conservar los contenidos disciplinares en la enseñanza y, a su vez, pueden motivar el estudio de los mismos por parte de sus estudiantes, en la medida en que se avanza en una cierta contextualización social de la ciencia. A pesar de estos avances la tendencia relevante no necesariamente articula las cuestiones científicas y tecnológicas con un análisis crítico de sus implicaciones económicas y políticas; en este sentido, la educación CTSa no puede restringirse a los límites casi inexistentes entre ciencia pura, tecnología y usos sociales. De tal manera, no hay una relación profunda entre estas interacciones y se corre el riesgo de permanecer en un nivel instrumental, pues se favorece la idea de que la ciencia construye conocimiento neutro, sin preguntarse por lo que debería y podría hacer en términos éticos. Esta tendencia relevante puede ser más favorable a la racionalidad tecnocrática, pues la atención está dirigida a los especialistas o técnicos involucrados en innovaciones, ya que deja de lado las preocupaciones relacionadas con valores sociales e implicaciones políticas.

La tendencia vocacional también es bastante influyente en el currículo escolar de ciencias, ya que centra su interés en transformar a los estudiantes en futuros profesionales de las ciencias, ingenieros, científicos o tecnólogos; de tal forma, el énfasis social está orientado a los aspectos laborales de la profesión, lo cual representa un avance, pues en los currículos tradicionales esa preocupación es prácticamente inexistente. Aproximar a los estudiantes a probables espacios de desarrollo profesional resulta de su interés; no obstante, dicha aproximación es realizada de acuerdo con la visión de los científicos, ingenieros u otros profesionales, ajenos a cuestiones educativas. Así, lo más probable es un interés por las industrias o empresas que constituyen el escenario profesional. La tendencia vocacional permanece limitada al entrenamiento profesional, lo que contribuye a la configuración de papeles sociales estereotipados. Así, los futuros profesionales otorgan poca importancia a las consecuencias sociales de sus trabajos, pues piensan que serán contratados simplemente para ejercer su profesión, lo cual reduce su educación a un cierto adoctrinamiento hacia la ideología del individualismo.

La tendencia interdisciplinar, en verdad, reúne una vieja preocupación por la fragmentación del conocimiento en disciplinas, lo cual, históricamente, ha sido objeto de una reforma curricular.

La interdisciplinariedad en la educación CTSa es fundamental para evitar el reduccionismo teórico de las disciplinas, pues los problemas científicos y tecnológicos están relacionados a varias dimensiones sociales. Es necesario llamar la atención sobre las consecuencias de una equivocada comprensión de esta tendencia, ya que puede confundir la interdisciplinariedad con el hecho de juntar conocimientos de diferentes áreas sin establecer si el problema de estudio suscita la necesidad de usar marcos teóricos de varias disciplinas. De otra parte, la interdisciplinariedad puede restringir el conocimiento según las diversas disciplinas, y así limitar un abordaje transdisciplinar, necesario para la comprensión de los problemas complejos de la actualidad, como los suscitados por la crisis ambiental. Un ejemplo de esta limitación se presenta al creer que la educación ambiental debe ser liderada por profesores de Biología, ya que tienen el conocimiento disciplinar para esto; sin embargo, se desconoce el abordaje complejo de los problemas ambientales según distintas disciplinas.

A su vez, las tendencias históricas, filosóficas y sociológicas de la educación CTSa pueden tratarse de forma articulada, pues buscan analizar la constitución de la ciencia y la tecnología en relación con las lógicas de las comunidades que las constituyen o entenderlas como una actividad humana, como cualquier otra, objeto de estudio sociológico. Hoy sabemos que estas tendencias en realidad constituyen el núcleo teórico central de la educación CTSa.

La tendencia filosófica contribuye a cuestionar la concepción científicista de la ciencia, que muestra este conocimiento como verdadero, neutro y sin mayores cuestionamientos sociales; así mismo, cuestiona las visiones extremas que entienden la ciencia como un peligro que debe limitarse. Este dilema debe tratarse como un estudio sobre la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico, en términos de su *status* epistemológico y del papel otorgado a la experimentación y a la construcción de diseños tecnológicos.

La tendencia sociológica es una respuesta a la falta de reflexión filosófica sobre los aspectos ideológicos y culturales propios del emprendimiento científico y tecnológico, que trascienden la dimensión lógica, cognitiva e individual.

Ziman (1980) propuso que la tendencia problemática era quizás la que más posibilidades ofrecía a la renovación de la educación en ciencias, pues se trataría de construir currículos centrados en los

grandes problemas de la humanidad asociados al ambiente, la salud y, en general, a la calidad de vida de los ciudadanos. Al trabajar un problema de orden social y ambiental es posible analizar el papel de la ciencia y la tecnología, tanto en sus connotaciones internas como externas; además, es posible considerar la responsabilidad social y ética de los científicos, de los tecnólogos y los ciudadanos en todos los asuntos de la vida relacionados con *cyt*.

Para la década de 1980, la naciente tendencia problemática de la educación *CTSA* constituyó un esfuerzo importante, ya que ofrecía posibilidades para trabajar problemas reales a nivel global, en la comprensión de los problemas asociados a la destrucción de la naturaleza, la contaminación, las enfermedades, la guerra y la pobreza.

Para ofrecer un esquema de interpretación más específico de las tendencias descritas anteriormente, propongo un análisis crítico sobre las propuestas curriculares que adoptaron una denominación *CTSA* desde la década de 1980, pues en estos currículos se materializan orientaciones de una u otra índole. Por un lado, se caracterizan aquellos currículos fundamentados en una racionalidad reflexiva y práctica, en la medida en que fueron inspirados a partir de la práctica de los profesores de ciencias y contaban con un apoyo importante de investigadores del área de la educación en ciencias. Por otro lado, se caracterizaron los currículos con una racionalidad instrumental asociada a intereses técnicos que buscaban su aplicación masiva sin considerar las particularidades de los diversos contextos escolares, cuya pretensión era motivar y seducir en la medida de lo posible a los jóvenes por el estudio de la ciencia. Este tipo de currículo, generalmente, era desarrollado por profesionales de ciencias de la naturaleza o ingenieros que no contaban con formación pedagógica o didáctica.

En la primera racionalidad reflexiva y práctica destacaron proyectos como: *Science in a Social Context (SISCON)* inspirado en Inglaterra (Solomon, 1983); *Science and Culture, Synthesis y Science Through STS*, propuestos en EUA (Yager y Casteel, 1968; Roy, 1984); *Science: a Way of Knowing*, ideado en Canadá (Aikenhead y Fleming, 1975); *Dutch Physics Curriculum Development Project (PLON)*, gestado en Holanda (Eijkelfhof y Kortland, 1988); y en el contexto latinoamericano el proyecto *Química ciudadana* (Santos y Mol, 2013a, 2013b, 2013c).

En la segunda racionalidad, denominada como instrumental, destacó el proyecto *Science and Technology in Society (SATIS)*

propuesto en Inglaterra (Obach, 1995) y el proyecto Chemistry and the Community (CHEMCOM) ideado en EUA (American Chemical Society, 1993).

En los primeros programas curriculares predomina un esfuerzo por problematizar la concepción rígida de las ciencias de la naturaleza, desvinculada de la realidad social y cerrada al debate público sobre sus contradicciones e implicaciones. De esta forma, se critica a la visión científicista de las ciencias y cuestiona la enseñanza tradicional. Por su parte, en el segundo grupo de currículos predomina una concepción vocacional o motivante, generada por el estudio de las relaciones CTS, para esto la atención se centra en la elaboración de materiales de enseñanza que destacan las aplicaciones sociales de la ciencia y la tecnología, además de enfatizaren el entrenamiento de futuros profesionales de las ciencias o en la preparación de consumidores de productos tecnológicos.

En Inglaterra, las propuestas progresistas de renovación curricular CTS(A) comenzaron a estructurarse a partir de 1976, cuando el doctor Bill Williams, de la Leeds University, fundó la asociación de profesores de ciencias de universidades y de escuelas técnicas, denominada SISCON. Los profesores de la asociación se preocuparon por la elaboración de materiales para la enseñanza de las ciencias según los impactos sociales de la CYT. Los trabajos desarrollados por estos profesores rescataban los estudios sobre la historia social de la ciencia, propuestos por el físico Irlandés John Desmond Bernal (1901-1971), quien sustentaba que el desarrollo de las ciencias de la naturaleza podría aportar a la libertad humana. De la misma forma, rescataban la discusión realizada por Snow en 1959 sobre la separación de la cultura científica y de la cultura humanística, y a su vez buscaban apoyo teórico de los trabajos filosóficos e históricos de Kuhn (2001). Actualmente, estos trabajos constituyen un referente teórico fundamental para la educación CTS(A). El cambio en la educación en ciencias en Inglaterra también fue motivado por los problemas apuntados en el informe *The Limits to Growth*, el cual alertaba sobre el crecimiento exponencial e incontrolado de combustibles, el agotamiento de los recursos energéticos fósiles y el acelerado crecimiento de la población y la limitada producción de alimentos (Solomon, 1996).

El proyecto SISCON no se limitó a las universidades, ni se redujo a una lógica tecnocrática de producción de materiales educativos para su efectiva comercialización y consumo por parte de los profesores, por el contrario, articuló la participación de profesores de la escuela y resultó en la creación de SISCON-in-Schools, con el objetivo de preparar ciudadanos para la participación pública relacionada con la cyT. Así fueron elaborados materiales de enseñanza siguiendo un proyecto de investigación acción liderado por un grupo de profesores de London School. En total fueron consolidadas ocho unidades didácticas (formas de vida, interacciones con la sociedad, cómo podemos tener seguridad), las cuales, después de su validación en distintas actividades de aula, fueron publicadas en 1983 por la asociación para la educación en ciencias (Association for Science Education).

Los aportes construidos desde la práctica docente del proyecto SISCON fueron en gran parte ignorados por el proyecto SATIS, pues su producción se convirtió en una verdadera industria de textos y guías que eran puestos en práctica sin la necesaria reflexión pedagógica y didáctica; el proyecto rápidamente se extendió en una versión denominada ciencia a través de Europa y del pacífico. Al analizar críticamente estos proyectos, así como el conocido como CHEMCOM, vemos que se desarrollaron bajo la tendencia vocacional y relevante, y, aunque se inspiraron en una educación CTS(A), terminaron instrumentalizándola al convertirla en un ejercicio de aplicación de materiales en el salón de clases.

Durante la década de 1980 apreciamos la consolidación o establecimiento de la educación CTSa a partir de la producción de una gran cantidad de programas curriculares que impactaron la formación de los estudiantes en ciencias y resaltaron la alfabetización científica y tecnológica como un elemento central de la formación ciudadana para tomar decisiones y pasar a una acción individual y colectiva que posibilite cuestionar y valorar los impactos tecnocientíficos.

En la década de 1990, la educación CTSa avanzó en la renovación curricular de la enseñanza y surgió como una línea de investigación propia de la educación o enseñanza de las ciencias. Cachapuz *et al.* (2008), a partir de un análisis documental sobre artículos publicados en revistas especializadas, evidenciaron dicha emergencia, cuya preocupación se orientó a la comprensión pública y cultura de la cyT; de la misma manera, los autores destacan la importancia de

la alfabetización o el letramiento científico de los estudiantes y en general de los ciudadanos.

En esta misma década, surge la educación CTSa en América Latina, influenciada por los trabajos de España en el caso de los países hispanohablantes y por Portugal en el caso de Brasil. Ahora bien, los estudios CTS latinoamericanos, como campo interdisciplinario, vienen de una tradición anterior cuyo punto de partida fue a finales de la década de 1960, tal como lo ha documentado Ibarra y López (2001).

La educación CTSa, en el contexto latinoamericano, imprimió un sello político a este tipo de educación, ya que esta consideró las diferencias sociales que limitaban el acceso de la población a los bienes culturales y sociales; además, la miseria era un tipo de exclusión de la modernidad, pues muchos ciudadanos no tienen acceso a los beneficios producidos por la CYT. Para Sutz (1998), en este contexto latinoamericano existe una desconfianza al desarrollo científico y tecnológico, ya que las innovaciones o los conocimientos son transferencias de los contextos europeos y norteamericanos al tener nuestros países un limitado desarrollo en CYT. Estos aspectos han motivado la emergencia de una educación CTSa crítica, representada por varios autores quienes destacan los procesos de politización de los estudiantes tras orientarlos a su formación crítica como ciudadanos con el objetivo de empoderarlos para la participación pública sobre las implicaciones sociales, políticas y ambientales de la CYT. En este orden de ideas, destacamos el trabajo de Santos (2008), quien propone el abordaje educativo de temas CTS(A) orientados a la construcción de una sociedad con justicia e igualdad social, para esto es necesario cuestionar la ideología dominante impuesta por la racionalidad tecnocrática.

Auler y Bazzo (2001) evidencian la importancia de realizar una contextualización de la educación CTS(A) a la realidad brasileña y llaman la atención sobre la construcción social del país y las visiones tecnocráticas y salvacionista sobre la CYT, las cuales desconocen la participación y el empoderamiento social para generar conocimientos científicos propios. De la misma manera, Auler y Delizoicov (2001) amplían la perspectiva asociada al proceso problematizador y dialógico frente a la concepción reduccionista y determinista del progreso científico.

Por su parte Santos y Mortimer (2002) consideran que la supervalorización de la ciencia moderna reforzó el mito de la neutralidad del progreso tecnocientífico, además de fortalecer las concepciones científicistas y salvacionistas. Frente a dichas concepciones se propone una mirada crítica a partir del abordaje de temas CTS(A) orientados a la educación ciudadana de los estudiantes.

Bajo un punto de vista crítico, Mion *et al.* (2009) consideran que las condiciones socioambientales están presentes en la educación CTSa y son necesarias para una formación ciudadana transformadora, así la lectura freireana de las relaciones hombre- mundo según el diálogo son esenciales para el cambio permanente de la realidad.

De la misma forma, destacamos el abordaje freireano de la educación CTSa, tras considerar que a partir del trabajo sobre la educación como práctica de la libertad, publicado por Paulo Freire en 1967, se destaca la construcción de una educación dialógica en contraposición a una educación centrada en la transmisión de contenidos, como es usual en la enseñanza de las ciencias. Aunque la educación freireana fue creada para la alfabetización de adultos, al pasar del tiempo fue ampliada y hoy representa una riqueza intelectual importante para orientar la formación en los distintos niveles y modalidades del sistema educativo.

EDUCACIÓN CTSa ORIENTADA A LA FORMACIÓN CIUDADANA: NUESTROS APORTES A LA INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA

Nuestro grupo investigación, denominado Alternaciencias, desde su creación en el año 2003 ha desarrollado investigaciones que aportan a la educación CTSa, especialmente desde la corriente histórica y el abordaje de cuestiones sociocientíficas (csc) en la educación secundaria, media y superior. En la formación de profesores ha desarrollado trabajos en las corrientes centrada en los valores (axiológica), diseños, razonamiento lógico y ecojusticia social, clasificadas a partir de la cartografía de Pedretti y Nazir (2011). En seguida se realiza una descripción integral de los trabajos adscritos a estas corrientes.

Martínez y Rojas (2006) realizaron un análisis sobre el establecimiento de relaciones CTSa por parte de futuros profesores de Química y se indagó el aprendizaje de conceptos básicos de Bioquímica asociados a la ruta metabólica del ácido shikímico en las plantas.

El estudio fue hecho a través de un juego de roles sobre las csc de las fumigaciones con glifosato en Colombia, la cual, desde la década de 1970, ha sido objeto de grandes controversias centradas en la prohibición o intensificación de estas fumigaciones para controlar los cultivos ilícitos. El abordaje de dicha controversia propició un aprendizaje contextualizado de conceptos bioquímicos y generó una relación directa entre la base científica de la controversia, las implicaciones ambientales y los riesgos existentes para la salud humana.

Por su parte, Martínez *et al.* (2007) analizan el desarrollo de actitudes favorables hacia la química a partir del análisis de las csc asociadas a la generación de lluvia ácida debido a los altos grados de polución y las eventuales sanciones que esto conlleva para las empresas de la zona industrial de Puente Aranda en Bogotá y de Yumbo en Cali. La cuestión evidenció los conflictos de interés entre los empresarios y el Gobierno, en términos del cumplimiento de las normas y acuerdos internacionales firmados en las distintas cumbres sobre el ambiente. El estudio evidenció que al abordar las csc a través de juegos de roles se favoreció una mejor actitud hacia el estudio de la Química. Dicho mejoramiento actitudinal se evidenció en términos cognitivos, en la medida en que se favoreció el estudio de las reacciones químicas al tratarlas en el contexto de la problemática socioambiental; asimismo, se evidenció en lo afectivo, en la medida en que, dadas las polémicas suscitadas por la polución atmosférica, los estudiantes de educación secundaria se motivaron por el estudio de conceptos químicos tales como reacción química, leyes ponderales y estequiometría.

Según una corriente histórica de la educación ctsa, en el 2009 fueron analizadas las creencias de profesores de ciencias de educación básica primaria que laboraban en el contexto rural colombiano (Ruíz *et al.*, 2009). Allí se evidenció que los profesores creen que la cyt siguen un método lineal preestablecido, además, presentan visiones ahistóricas, aproblemáticas e individuales de la ciencia. Dichas creencias pueden limitar el desarrollo de la ctsa en la escuela, pero esto no es exclusiva responsabilidad del profesor, ya que las creencias son construcciones sociales y culturales asociadas al desarrollo profesional docente y a las condiciones desfavorables de formación.

Moreno y Martínez (2009) trataron con estudiantes de educación media la controversia sobre la conveniencia de la producción de

biocombustibles como energía alternativa. El objetivo del trabajo se orientó al análisis de los niveles de argumentación de los estudiantes y la habilidad del profesor para su desarrollo. Los resultados mostraron que las discusiones realizadas por los mismos estudiantes favorecen un buen nivel de argumentación, caracterizado por el uso de justificaciones respaldadas con garantías y cualificadores.

Otras csc trabajadas en este caso, a nivel universitario, con estudiantes de Fisioterapia hizo relación a la intoxicación de pacientes con sustancias químicas, denominadas xenobióticos (Torres y Martínez, 2011). Allí se analizó la habilidad de argumentación de los estudiantes y la solución de problemas. Los resultados indicaron que el 55 % de los estudiantes consideraron características, efectos, mecanismos de acción y resultados de exámenes de sangre para el estudio de los xenobióticos en casos clínicos asociados a intoxicaciones generadas por cianuro y benzodiazepinas.

Así mismo, el trabajo del grupo ha permeado la investigación dentro y fuera de la universidad al fortalecer las relaciones entre la escuela, la universidad y su impacto de los trabajos de pregrado y posgrado. De esto se evidencian investigaciones en torno al análisis de las contribuciones y limitaciones del abordaje de las csc en la práctica de profesores de ciencias. En este sentido, en un proyecto de investigación desarrollado entre el 2012 y 2013 (Martínez *et al.*, 2013), se caracterizó la emergencia del abordaje de las csc en la última década del siglo xx y su consecuente auge durante la primera década del siglo xxi. Parte de esta investigación se publicó en Martínez y Parga (2013a), donde se propuso interpretar la evolución de la educación ctsa en cuatro etapas: origen, desarrollo, consolidación y ampliación, en esta última etapa se identificó la emergencia del abordaje de csc como parte del propio campo, ya que sus objetivos hacen alusión, principalmente, a la formación ciudadana, la comprensión de la naturaleza de la cyt, la alfabetización científica y el análisis de dilemas éticos y morales, aspectos que ya habían sido objeto de investigaciones rotuladas como ctsa.

Los trabajos descritos anteriormente evidencian el abordaje de las csc en la educación ctsa y sus aportes a la formación ciudadana de estudiantes de distintos niveles del sistema educativo colombiano, como a la formación inicial y continúa del profesor, en términos de los avances en investigaciones y experiencias sobre su práctica.

Las csc en la formación del profesorado traen importantes aportes a su práctica, en la medida que posibilitan la investigación en el aula sobre aquellas intencionalidades didácticas que pueden favorecer una formación ciudadana de los estudiantes en temas de cyt. Este abordaje también representa un desafío para el profesorado, ya que exige su preparación en temas sociales, éticos, políticos y ambientales que, aunque están relacionados con los conocimientos disciplinares propios de la ciencia, trascienden este escenario y exigen un trabajo colaborativo con otros docentes y profesionales. Estas exigencias favorecen la construcción de la autonomía docente en términos colectivos y participativos, porque demandan del profesorado una formación permanente en la escuela de manera consistente y articulada a las investigaciones didácticas. Así, se trata de crear sinergias entre investigadores, profesores y directivos que posibiliten la transformación de los currículos escolares de ciencias descontextualizados, para dar paso a currículos basados en problemas, controversias y en trabajo interdisciplinario.

Por otra parte, dentro de la sistematización de resultados de investigación, talleres, foros y encuentros de formación, se han publicado tres libros. El primero, titulado *Discurso ético y ambiental sobre cuestiones sociocientíficas: Aportes a la formación del profesorado de ciencias* (Martínez y Parga, 2013b), compila los resultados de un proyecto de investigación orientado a caracterizar los discursos transmitidos por los profesores de ciencias al diseñar unidades didácticas centradas en cuestiones sociocientíficas (csc), el cual fue desarrollado entre el segundo semestre del 2012 y el primer semestre del 2013 y fue financiado por el Centro de Investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional (CIUP). El estudio analiza el discurso ético y ambiental en la formación y construcción de estrategias para mejorar la enseñanza de las ciencias. En cuanto al discurso ético se caracteriza como relativista, deontológico y utilitarista; referente al discurso ambiental, se contemplan aspectos propios como la ética de lo ambiental, las visiones antropocéntricas, ecocéntricas y biocéntricas.

El segundo libro, publicado en el segundo semestre del 2014, se titula *Formación permanente de profesores en la interfaz universidad-escuela: currículo, fundamentos y roles una experiencia en construcción* (Martínez y Parga, 2014), el cual se desarrolla en el marco del proyecto internacional de investigación denominado Programa colombo-brasileño de

formación de profesores de ciencias en la interfaz universidad-escuela (U-E), el cual fue desarrollado interinstitucionalmente por la Universidade Estadual Paulista de Brasil (UNESP), la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) de Colombia, y financiado parcialmente por CAPES y Colciencias (Martínez y Parga, 2014).

Este proyecto internacional centra la atención en determinar qué elementos caracterizan a un programa de formación de profesores en la interfaz U-E, orientado en la discusión de las CSC; cuáles son los aportes pedagógicos y didácticos que el programa puede traer para la formación inicial y continuada de profesores de ciencias; y cuáles son las recomendaciones curriculares resultado de ese programa para la construcción de políticas educativas orientadas a la articulación entre las prácticas de los profesores de las escuelas y las investigaciones académicas desarrolladas en el ámbito universitario.

Así, se han conformado tres pequeños grupos de investigación (PGI) en instituciones educativas públicas y uno en una institución privada que actúa en la educación básica y media. La conformación y desarrollo de estos grupos se ha fundamentado en la formación crítica del profesorado y en la interdisciplinariedad, que posibilite el desarrollo de experiencias docentes significativas para los distintos profesores de la escuela. Para la práctica profesional docente es fundamental, en formación inicial y continuada, articular las investigaciones académicas de las universidades con la de las escuelas; de esta forma, los PGI congregan profesores de universidades, de escuelas, investigadores y egresados del posgrado. Los presupuestos teórico-formativos de estos grupos están basados en la formación crítica de profesores desde la teoría de la acción comunicativa (TAC) de Habermas, la cual posibilita la constitución de grupos como asociaciones libres al interior de las escuelas.

En este sentido, los PGI en las escuelas funcionan en dos ámbitos: 1) como asociaciones libres especializadas “en la generación y propagación de convicciones prácticas, o sea, en descubrir temas de relevancia para el conjunto de la sociedad, para contribuir con posibles soluciones para los problemas, en interpretar valores, producir buenos fundamentos sin descalificar a otros” (Habermas, 1990, p. 110); y 2) como esferas públicas que interfieren en la política de la escuela, obran recíprocamente con la investigación y el desarrollo de acciones académicas, encuentran brechas y posibilidades en los currículos

estatales y en las acciones de las secretarías de educación, además, influyen en el ámbito cercano como una sociedad local.

Por tanto, la metodología de trabajo con los profesores de los PGI posibilita la constitución de asociaciones libres, en las que estos agentes tienen la oportunidad de reflexionar sobre su formación inicial y continua, junto a sus pares, los profesores universitarios. Además de esto, la autonomía de estos profesores debe ser una búsqueda constante, un cuestionamiento de los currículos y políticas educativas, en el sentido expuesto por Contreras (2002).

El tercer libro, titulado *Formación de profesores y cuestiones sociocientíficas: Experiencias y desafíos en la interfaz universidad-escuela* (Martínez *et al.*, 2015), alude a la investigación colaborativa llevada a cabo por profesores de los grupos escolares de investigación, creados en el programa de formación, y los profesores universitarios del equipo del proyecto. Estos grupos escolares de investigación fueron conformados por 31 profesores de cinco instituciones educativas, cuatro públicas y una privada. En la investigación colaborativa los profesores de las instituciones educativas sistematizaron los capítulos que elaboraron.

27

CONSIDERACIONES FINALES

En el contexto actual del país, donde se intenta consolidar un acuerdo de paz que permita construir formas de convivencia distintas a la guerra vivida por más de sesenta años, es imprescindible que desde la Universidad Pedagógica de Colombia, como universidad formadora de educadores, nos preguntemos cómo contribuir a la formación de profesores para desarrollar, en ellos y sus estudiantes, una ciudadanía democrática; nuestra propuesta a tal desafío es la educación CTSa en la educación en ciencias. En este escrito hemos evidenciado cómo este tipo de educación posibilita una formación ciudadana orientada a la comprensión pública de notables problemas sociales asociados a Cyt, a la vez, posibilita el aprendizaje de las ciencias contextualizadas socialmente para favorecer la toma de decisiones y el desarrollo de acciones sociales responsables.

En el marco de la educación en ciencias y del dominio ejercido por la sociedad del mercado y sus valores, nos enfrenta a desafíos asociados con los campos de la ciencia y la tecnología; tales como la contaminación del medio ambiente, el cambio climático, la calidad

de la comida producida y consumida, y con los medicamentos que se producen. Muchos de estos problemas están relacionados con tendencias individuales de consumo de bienes y servicios de manera poco responsable, bajo la fuerte influencia de una sociedad dominada por la mercantilización. Un camino para abordar estos temas en la formación de profesores es a partir de las csc, las cuales permitan tomar una posición acerca de estas cuestiones y, así, favorecer el desarrollo de capacidades ciudadanas críticas que permitan avanzar en el desarrollo de una sociedad más democrática y, por ende, de formas de convivencia que reconozcan la dignidad del ser humano.

REFERENCIAS

- Aikenhead, G. (2005). Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (crt): una buena idea como quiera que se le llame. *Educación Química*, 16(2), 114-124. https://andoni.garritz.com/documentos/aikenhead_a_rose_by_any_other_name.pdf
- Aikenhead, G. y Fleming, R. (1975). *Science: A way of knowing*. Saskatoon.
- American Chemical Society. (1993). *Chemistry in the Community* (2 ed.). Kendall- Hunt.
- Auler, D. y Bazzo, W. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional Brasileiro. *Ciência & Educação*, 7(1), 1-3. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5274171>
- Auler, D. y Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científico-tecnológica para quê? *Ensaio*, 3(1), 105-115. <https://www.scielo.br/j/epec/a/XvnmrWLG4qqN9SzHjNq7Db/?lang=pt&format=pdf>
- Cachapuz, A., Paixão, F., Lopes, B. y Guerra, C. (2008). Estado da arte da pesquisa em educação em Ciências: linhas de pesquisa e o caso "Ciência-Tecnologia-Sociedade". *Alexandria, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 1(1), 27-49. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37408/28738>
- Contreras, J. A. (2002). *Autonomia de professores*. Cortez.
- Eijkkelhof, H. y Kortland, K. (1988). Broadening the aims of physics education. En P. Fensham (Ed.), *Development and dilemmas in Science Education* (pp. 282-305). Falmer Press.
- FECYT. (2015). *Percepción social de la ciencia y la tecnología 2014*. FECYT. <https://www.fecyt.es/es/publicacion/percepcion-social-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-2014>

- García, E., González, J., López, J., Luján, J., Gordillo, M., Osorio, C. y Valdés, C. (2001). *Ciencia, tecnología y sociedad: una aproximación conceptual*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Habermas, J. (1990). Soberanía popular como procedimiento. *Novos Estudos Cebrap*, 26, 100-113. <http://novosestudos.com.br/produto/edicao-26/#58db446fa6da6>
- Ibarra, A. y López, J. (Coords.). (2001). *Desafíos y tensiones actuales en ciencia, tecnología y sociedad*. Biblioteca Nueva-OEI.
- Kuhn, T. (2001). *A estrutura das revoluções científicas* (6 ed.). Perspectivas.
- Leyton, D., Sánchez, C. y Ugalde, P. (2010). *Estudio percepción de los jóvenes sobre la Ciencia y Profesiones científicas*. Conicyt.
- López, J. (1998). Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. *Revista Iberoamericana en Educación*, 18, 41-68. <https://doi.org/10.35362/rie1801091>
- Martinez, L. (2012). *Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores*. Editora Unesp.
- Martínez, L. y Parga, D. (2013a). La emergencia las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSa. *Góndola*, 8(1), 23-35. <https://doi.org/10.14483/23464712.5021>
- Martínez, L. y Parga, D. (2013b). *Discurso ético y ambiental sobre cuestiones sociocientíficas: aportes a la formación del profesorado de ciencias*. Editorial Universidad Nacional Pedagógica.
- Martínez, L. y Parga, D. (2014). *Formación permanente de profesores en la interfaz universidad-escuela: currículo, fundamentos y roles. Una experiencia en construcción*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Martínez, L., Parga, D. y Garzón, I. (2015). *Formación de profesores y cuestiones sociocientíficas: Experiencias y desafíos en la interfaz universidad-escuela*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Martínez, L., Parga, D., Gómez, D. y Rodríguez, B. (2013). *Informe final proyecto DQU 338-12. Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores: discursos y enseñanza*. Centro de Investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional.
- Martínez, L., Peña, D. y Villamil, Y. (2007). Relaciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, a partir de casos simulados: una experiencia en la enseñanza de la Química. *Ciência & Ensino* [número especial], 1. <http://200.133.218.118:3537/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/151/104>

- Martínez, L. y Rojas, A. (2006). Estrategia didáctica con enfoque ciencia, tecnología sociedad y ambiente, para la enseñanza de tópicos de bioquímica. *Tecne, Episteme y Didaxis: TED*, 19, 44-62. <https://doi.org/10.17227/ted.num19-1042>
- Mion, R., Alves, J. y Carvalho, W. (2009). Implicações da relação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente: subsídios para a formação de professores de Física. *Experiências em Ensino de Ciências*, 4(2), 47-59. http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/vienpec/CR2/p914.pdf
- Mitcham, C. (1990). En busca de una nueva relación entre ciencia, tecnología y sociedad. En M. Medina y J. Sanmartín (Eds.), *Ciencia, tecnología y sociedad* (pp. 11-19). Anthropos.
- Moreno, D. y Martínez, L. (2009). Argumentación en estudiantes de educación media y habilidad del profesor para su desarrollo: una discusión en el aula sobre implicaciones sociales y ambientales de la producción de etanol. *Nodos y nudos*, 27(3), 30-42. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/NYN/article/view/10108/7249>
- Obach, D. (1995). El proyecto SATIS. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 3, 39-44.
- Pedretti, E. (2003). Teaching science, technology, society and Environment (STSE) education: Preservice Teachers' philosophical and pedagogical landscapes. En D. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. Kluwer Academic Publishers.
- Pedretti, E., Bencze, L., Hewitt, J., Romkey, L. y Jivraj, A. (2008). Promoting issues-based STSE: perspectives in science teacher education: problems of identity and ideology. *Science & Education*, 17(8-9), 941-960. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11191-006-9060-8>
- Pedretti, E. y Nazir, J. (2011). Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. *Science Education*, 95(4), 601-626. <https://doi.org/10.1002/sce.20435>
- Roy, R. (1984). *S-S/T/S project: teach science via science, technology, and society material in the pre-college years*. Pennsylvania State University.
- Ruíz, D., Martínez, L. y Parga, D. (2009). Creencias de los profesores de preescolar y primaria sobre ciencia, tecnología y sociedad,

- en el contexto de una institución rural. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 25, 41-61. <https://doi.org/10.17227/ted.num25-467>
- Santos, W. y Mortimer, E. (2002). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C- T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio*, 2(2), 110-132. <https://doi.org/10.1590/1983-21172000020202>
- Santos, W. (2008). Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de cts. *Alexandria, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 1(1), 109-131. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37426/28747>
- Santos, W. y Mól, G. (Coord.). (2013a). *Química Cidadã Ensino Médio* (1 serie; 2 ed.; V. I). AJS.
- Santos, W. y Mól, G. (Coord.). (2013b). *Química Cidadã Ensino Médio* (1 serie; 2 ed.; V. II). AJS.
- Santos, W. y Mól, G. (Coord.). (2013c). *Química Cidadã Ensino médio* (3 serie; 2 ed.; V. III). AJS.
- Solomon, J. (1983). *Science in Social Context*. Basil Blackwell.
- Solomon, J. (1996). sts in Britain: science in a social Context. En R. Yager (Ed.), *Science/Technology/Society as reform in science education* (pp. 241-248). New York State University.
- Torres, N. y Martínez, L. (2011). Desarrollo de pensamiento crítico en estudiantes de Fisioterapia, a partir del estudio de las implicaciones sociocientíficas de los xenobióticos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 29, 65-84. <https://doi.org/10.17227/ted.num29-1088>
- Waks, L. (1990). Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes desarrollos internacionales y desafíos actuales. En M. Medina y J. Sanmartín (Eds.), *Ciencia, Tecnología y Sociedad* (pp. 42-75). Anthropos.
- Yager, R. y Casteel, J. (1968). The University of Science and Culture Project. *School Science and Mathematics*, 67(5), 412-416. <http://dx.doi.org/10.5617/nordina.547>
- Ziman, J. (1980). *Teaching and learning about science and society*. Cambridge University Press.

Algunas reflexiones sobre el papel de la filosofía en la integración de las ciencias naturales y la educación ambiental

Julio Alejandro Castro Moreno
Universidad Pedagógica Nacional

En nuestro sistema educativo, en los niveles de básica y media, una de las áreas fundamentales y obligatorias es la de “Ciencias Naturales y Educación Ambiental”, lo que ha llevado a institucionalizar en varias universidades carreras de licenciatura bajo esa denominación o similares. En todo caso, podría pensarse que esta área, en la cual se pretende englobar muchos saberes (a modo de contenidos de enseñanza), da cuenta de una perspectiva interdisciplinaria o integradora. Sin embargo, a mi parecer estamos muy lejos de esto, y aunque se realizaron esfuerzos por integrar conocimientos de ciencias como la física, la química y la biología, la educación

ambiental parece situarse en otro lugar, en las políticas educativas, en los planes de estudio y en las prácticas y objetivos de enseñanza.

No debemos desconocer que esa apuesta por la integración se trata de un reto de grandes magnitudes. Por ejemplo, en los Lineamientos Curriculares y en los Estándares de Competencia, en especial, emitidos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), se notan pocos desarrollos en lo que concierne a la inclusión de la educación ambiental (EA). Esto es aún más evidente en los libros de texto que abordan aspectos de las ciencias naturales (CN), pero no de la EA. No es de extrañar que, en los pregrados en licenciaturas, esta situación sea igual. El problema de fondo es que, aunque se asuma la inclusión de las CN y la EA en una misma área del saber, es claro que al enseñarlas en la escuela se presenta una desarticulación o desintegración de estas.

Así las cosas, en este trabajo me propongo explorar algunas vías mediante las cuales se promueva la integración o articulación de esos saberes. Mi propuesta busca discutir algunos aspectos filosóficos (en particular epistemológicos, ontológicos y éticos¹) de las CN y la EA, para sugerir algunos puntos de encuentro entre ellas. De esto surge una pregunta por: ¿qué puede aportarnos la filosofía que no sea posible obtener de otras fuentes como la didáctica o las ciencias en sí mismas?

El filósofo Daniel Dennett (2017) se cuestiona acerca de lo que la filosofía debería ser y que solamente logra alcanzar de manera intermitente. Al respecto dice:

[la filosofía ha de ser] un argumento escrupulosamente razonado que nos abre los ojos a una nueva perspectiva, clarificando lo que hasta ese momento había sido turbio y mal comprendido, y nos *brinda una nueva forma de pensar* sobre temas que creíamos que ya comprendíamos. (p. 7, énfasis en el original)

Martínez (2003) sostiene algo que va en una dirección complementaria:

1. Otro de los aspectos filosóficos que podría incluirse en este trabajo sería lo estético, pero desafortunadamente no dispongo de espacio y carezco de la formación para adentrarme en ese terreno. Lo anterior no niega la importancia de dicho aspecto para la discusión que aquí se plantea.

Como dice Sellars (1962), la tarea filosófica se distingue “por tener siempre un ojo en el todo”. Pero ese todo no está dado *a priori* y, por lo tanto, la respuesta filosófica va a depender de nuestro conocimiento empírico, pero la noción implícita de experiencia no tiene que ser la del empirista tradicional, sino que puede ser un concepto más amplio que abarque la manera como el conocimiento se estructura en prácticas y tradiciones. (p. 79)

Estos filósofos muestran una forma sugerente de emprender la indagación filosófica, la cual nos posibilita ver las cosas de una nueva manera y nos lleva a entender la experiencia a partir de su reflexión. Para el caso del presente trabajo, la reflexión se centra en el ámbito de la formación avanzada de profesores de CN y EA, al atender no solo a lo que acontece actualmente, sino con la mira puesta en aportar positivamente a la transformación de la situación problemática descrita.

El texto está estructurado de la siguiente manera. Los primeros seis apartados están dedicados a plantear cuáles son las dimensiones filosóficas (epistemológicas, ontológicas y éticas) de las CN con las que convendría comprometerse, en aras de aportar a su integración, no solo en su interior, sino entre ellas y la EA. En la sexta sección se esbozan algunas implicaciones de la discusión previa para la educación en ciencias. Por su parte, los apartados del siete al once siguen la misma lógica, pero en el plano de la EA. En la sección doce se desarrolla una propuesta de integración entre las CN y la EA, cuyo eje articulador son las dimensiones filosóficas de ambos campos de conocimiento. En el apartado final se formulan algunas conclusiones sobre el ámbito de la formación avanzada de profesores de ciencias y de EA.

35

¿CIENCIAS “NATURALES”?

Un primer punto a plantear es ¿qué tan naturales son las ciencias naturales? Estudios recientes en filosofía de la ciencia han sostenido que las ciencias actuales no toman solo como objeto de estudio a los fenómenos del mundo natural, sino que, en buena medida, sus objetos de estudio son construidos a través de la experimentación. Como sostiene Bachelard (1976) en su obra *El materialismo racional*: la química moderna no ha de ser entendida como una ciencia natural, sino cultural, pues buena parte de las sustancias químicas no son descubiertas, sino sintetizadas por los químicos.

Aunque es difícil encontrar ejemplos para las otras ciencias (¿de la naturaleza?), en aras de avanzar con la exposición no me referiré a estas ciencias ni como naturales ni como culturales (todas las ciencias lo serían), sino simplemente como ciencias.² Este breve comentario deja en claro una de las características que considero relevantes de la empresa científica: la ciencia es ante todo una actividad, un conjunto de prácticas y tradiciones, por lo que no debería reducirse a un corpus de conocimientos teóricos. No obstante, estas afirmaciones nos cuestionan sobre qué tan oportuno es hablar de “ciencia”, en singular.

DE LA CIENCIA UNIFICADA A LA PLURALIDAD DE LAS CIENCIAS

Curiosamente, en el proyecto positivista, ampliamente criticado, pero poco comprendido y estudiado, aún predomina la idea que nos hacemos de la Ciencia.³ Así, no es de extrañar que aquellos que dirigen su mirada hacia los problemas de las sociedades actuales, a causa de la hegemonía de la ciencia y del conocimiento, esgriman sus argumentos hacia la idea de una ciencia positivista. Sin embargo, ¿las ciencias de nuestros días se ajustan férreamente a esos cánones de científicidad?

Repasemos rápidamente algunos de los postulados del positivismo lógico:

- La ciencia es un todo unificado, el cual se lleva a cabo a través de procesos reduccionistas (ontológico, epistemológico y metodológico) en los cuales las diferentes explicaciones de las ciencias se “aglomeran” en torno a las explicaciones de la ciencia “por excelencia”: la física.
- La unificación en términos metodológicos se sustenta a partir de la existencia de un único método científico, el cual es, sobre todo, de carácter inductivo e inicia con la observación desprevénida del mundo, lo que conduce al descubrimiento de los fenómenos y de ahí a su indagación.

2. Sin desconocer que hay otras ciencias con objetos de estudio muy distintos, como las ciencias sociales.

3. En adelante me referiré ocasionalmente a la Ciencia haciendo uso de la mayúscula, pero esto no equivale a comprometerse con una visión unificada de la actividad científica, sino que se debe a un modo de hablar que a veces se usa por obedecer a la brevedad.

- Si una explicación es científica debe basarse en, por lo menos, una ley (la cual ha de ser de carácter universal).
- Todo el lenguaje de las ciencias debe traducirse, en última instancia, al lenguaje lógico-matemático.
- Hay unas normas universales para justificar el conocimiento científico (en especial las normas lógicas), que permiten articular las evidencias con la teoría.
- Existe una separación tajante entre el contexto de descubrimiento y el de justificación. Esto implica, entre otras cosas, la no-historicidad y la no- contextualización del conocimiento científico.

Sin embargo, desde hace varios años y a partir de diferentes perspectivas, se han cuestionado esos postulados. Por ejemplo, Hacking (1996b) ha enfatizado el papel de la pluralidad en la ciencia, en particular cuando se asume como un iconoclasta con respecto al gran viejo sueño de la unidad de la ciencia: él prefiere la desunidad. En ese sentido, Hacking ha desarrollado una estrategia usada para cumplir tal proyecto, la cual consiste en aportar a la comprensión de siete formas básicas o generales de hacer ciencia, lo cual ha denominado como “estilos de razonamiento científico” (Hacking, 2009).⁴

Vale la pena decir que esos estilos no son ciencias o disciplinas, sino estilos que cada una de estas puede usar en sus investigaciones e integrándolos de diversas maneras; estos se caracterizan por sus métodos y por los objetos científicos que crean. Esta perspectiva nos ayuda a ver que, si bien la Ciencia no es un todo homogéneo, sí es algo integrado.

LOS OBJETOS CIENTÍFICOS Y LA ONTOLOGÍA HISTÓRICA

La ontología científica debe entenderse con base en la noción de que los objetos científicos no están en el mundo (no son objetos “naturales”), sino que, a partir de lo real (lo que está allí “fuera”), las ciencias los construyen. Retomando los planteamientos de

4. Los estilos en cuestión son: matemático, experimental, de modelización, de laboratorio, taxonómico, estadístico e histórico-genético. Una descripción detallada de cada estilo se halla en Castro (2012).

Hacking (2002), es importante traer a colación su idea de ontología histórica.⁵ Este autor se pregunta si la ontología da cuenta de cómo los objetos llegaron a existir, ¿de qué otra manera podemos entender la ontología, si no es como histórica? De este modo, la ontología histórica estudia los objetos (o sus efectos) inexistentes de forma reconocible hasta que estos llegan a ser objetos de estudio científico.

En conexión con lo anterior, Daston (2000) propuso la categoría de “metafísica aplicada”, la cual es una ontología en movimiento, la cual da cuenta de cómo existen y dejan de existir dominios completos de fenómenos como objetos de investigación científica. Daston afirma que:

Si la metafísica pura trata del mundo etéreo, de lo que está siempre y en todas partes, desde el punto de vista de Dios, entonces la metafísica aplicada estudia el dinámico mundo de lo que emerge y desaparece del horizonte del trabajo de los científicos. (2002, p. 1, traducción propia)

Desde estos puntos de vista los objetos científicos surgen del trabajo científico, el cual puede entenderse, a grandes rasgos, como los métodos empleados por los científicos en sus investigaciones. Así, es evidente que no podemos comprometernos con la unidad de la ciencia, al menos no en términos ontológicos y metodológicos. Esto implica, además, que la epistemología de las ciencias deba dar cuenta de esa diversidad y, en consecuencia, nos lleva a reconocer que nos hallamos ante una pluralidad epistemológica.

EPISTEMOLOGÍA Y RACIONALIDAD CIENTÍFICAS

Tradicionalmente se ha asumido a la epistemología como el estudio del conocimiento y a este como una representación del mundo o un conjunto de creencias justificadas y verdaderas. En el caso de las ciencias, la epistemología ha estado centrada en entender el conocimiento científico como conocimiento teórico. No obstante, esta idea ha sido puesta en entredicho desde diferentes ángulos. Por ejemplo, Sergio Martínez (2003), y en diversos trabajos, ha demostrado que no tenemos por qué aceptar esa idea estrecha de epistemología, pues la

5. Esta idea fue propuesta originalmente por Foucault y retomada por Hacking. Acá me refiero a lo planteado por este último autor.

empresa científica debe entenderse, ante todo, como una actividad. En ese sentido, dicha actividad implica unos métodos y estos, por su parte, conllevan la noción de prácticas científicas.

De acuerdo con Martínez (2003), las prácticas son un conjunto de acciones, recursos, habilidades, agentes, normas, etc., alineados en torno a problemas puntuales. De ahí que el conocimiento científico no deba limitarse al *qué* (sus teorías, por ejemplo) o al resultado de una actividad, sino debe entenderse en relación con el *cómo*. Así, la epistemología de las ciencias ha de asumirse principalmente como una epistemología que tiene en cuenta al conocimiento práctico (el saber hacer cierto tipo de actividades). Pero eso no es todo, dado que las prácticas tienen un componente normativo, no pueden emprenderse de cualquier modo, pues no toda actividad que se acometa en el ámbito de las ciencias cuenta como una forma válida de hacer las cosas. Además, como las prácticas se despliegan en contextos específicos, tales normas no tendrían un carácter universal. Las normas se elaboran y se desarrollan contextualmente y tienden a ser heurísticas, no algorítmicas. En ese orden de ideas, hay que reconocer que la pregunta por ¿qué entendemos por conocimiento? no es indisoluble del problema de ¿qué asumimos por racionalidad?

Martínez (2003) propuso un modelo de racionalidad algorítmica, el cual se ha discutido bastante. De acuerdo con Brown (1998), este modelo asume que las reglas de la racionalidad poseen las cualidades de universalidad, necesidad y determinismo. “Universalidad” ya que todas las personas deben llegar a la misma conclusión —por ejemplo, a tomar la misma decisión o a plantear la misma solución de un problema— si parten de la misma información. Además, en los casos en que el razonamiento se realice correctamente, la conclusión debe ser la única posible. Por su parte, la “necesidad” radica en la conexión entre la información disponible y la conclusión, es decir, que el modo en que vinculamos evidencias y teorías no ocurre de manera contingente, sino que está “determinado”, debido a la estructura del mundo y de nuestra mente. En síntesis, esas reglas son algorítmicas.

Esta forma de asumir la racionalidad fue criticada por los filósofos historicistas, en especial por Thomas Kuhn, al poner de manifiesto que la ciencia está signada por la historia. Sus trabajos provocaron a una verdadera “crisis de la racionalidad” (Hacking, 1996a), la cual sostuvo, desde ciertas perspectivas, que la ciencia no

es una actividad racional. Sin duda, esto es demasiado radical. No obstante, otros filósofos se comprometieron con el supuesto de que la racionalidad científica es instrumental. En pocas palabras, para esa noción de racionalidad lo importante es articular medios y fines; estos últimos centrados en elaborar las mejores teorías y los medios serían los métodos. Como vimos, los métodos y las prácticas no deben asumirse como simples medios.

Siguiendo con la propuesta de Martínez (2003), la racionalidad científica debería entenderse a partir de lo que denomina una racionalidad heurística. Él sostiene que, si la racionalidad se corporeiza en prácticas científicas, entonces “los recursos a nuestra disposición influyen en nuestra forma de razonar, y esto explica en parte el sentido en el cual el razonamiento científico es en primer lugar práctico” (p. 172). Asimismo, los procedimientos heurísticos dependen de la implementación material, mientras que los procedimientos algorítmicos no. Ya que las heurísticas no se pueden desligar del ambiente en el que funcionan, es posible decir que una racionalidad heurística es a la vez una racionalidad ecológica.

En suma, esta discusión ha permitido mostrar un panorama en el que dejamos de lado la Ciencia como unidad, para inscribirnos en la pluralidad científica. Igualmente, he argumentado por qué la ciencia ha de entenderse sobre todo como actividad, como saber-hacer. Desde este punto de vista, cabe decir que Hacking (1996a) ha enfatizado que la ciencia no es solo representar el mundo (por ejemplo, a través de teorías), sino que es ante todo una intervención en él (por ejemplo, a través de prácticas científicas). Sin embargo, no tenemos por qué asumir que esa intervención implique necesariamente una destrucción de la naturaleza, sino que debe entenderse como la creación de nuevas realidades.

LA DIMENSIÓN ÉTICA DE LAS CIENCIAS

La idea de ciencia como actividad conlleva una serie de reflexiones éticas, lo que no sería tan evidente si pensamos la ciencia como un corpus de conocimiento teórico. Sin duda es posible aludir a las consecuencias éticas de la teoría evolutiva, por ejemplo, pero esa discusión no sería tan relevante si nos centráramos en analizar cómo la estructura conceptual de la teoría tiene implicaciones, buenas o malas, en la sociedad en su conjunto. Lo realmente significativo sería exponer

de qué manera esa teoría fundamenta la opresión de algunos sectores sociales a partir del llamado “darwinismo social”.

Esta discusión nos lleva a la distinción entre lo que se dice “ser” y lo que “debe ser” (Fourez, 1994, p. 180). De acuerdo con Fourez (1994), las ciencias nos dicen cómo es el mundo, desde cierto punto de vista, pero no están facultadas para establecer cómo deberían ser las cosas, a lo que agrega una conclusión radical: “Las ciencias no pueden dar una respuesta a las cuestiones éticas” (p. 180). Aunque, el autor deja abiertas las puertas a las ciencias, en aras de responder a cuestiones de esa índole.

Lo anterior es posible si nos tomamos en serio la importancia de la información que se suministra o se obtiene a partir de la investigación científica. Esta ayuda a esclarecer los debates éticos o políticos. Sin embargo, Fourez agrega: “No solo puede aclarar, sino que hoy no se concibe un debate ético que no se apoye en resultados científicos” (1994, p. 181). Para él, el meollo del asunto es que “lo que nunca pueden aportar las ciencias es la respuesta a la pregunta ‘¿Queremos asumir [determinada] decisión?’” (Fourez, 1994, p. 181). En suma, las ciencias pueden proveer un conocimiento sobre las consecuencias de tomar o no una decisión particular, que seguramente implicará una acción u omisión concreta, pero no necesariamente se decidirá únicamente con base en esa fuente de conocimiento.

El asunto no es tan sencillo, ya que “Aunque en teoría se puede distinguir decisión ética y análisis científico, en la práctica suelen estar entremezclados” (Fourez, 1994, p. 181). Esto permite afirmar que las ciencias no son neutrales, específicamente desde el punto de vista ético, ya que no son un simple medio para obtener fines, sino actividades humanas realizadas con objetivos claros y con impactos en el mundo, sea este natural o social. Así las cosas, las ciencias se pueden entender como estructuradas por “sistemas de acciones intencionales; es decir, como sistemas que incluyen a los agentes que deliberadamente buscan ciertos fines, en función de determinados intereses, para lo cual ponen en juego, creencias, conocimientos, valores y normas” (Olivé, 2011, p. 46).

Para este punto hemos rondado un interrogante de gran envergadura: ¿de qué manera se relacionan o articulan las ciencias con la ética? Aunque las prácticas y teorías de las ciencias conllevan reflexiones éticas particulares, vale la pena manifestar una perspectiva en la

cual ciencia y ética se han entrelazado de manera tan estrecha que han originado un nuevo campo de saber y de acción: la bioética. Aunque en la actualidad este vocablo es polisémico, es oportuno remitirnos al primer sentido dado por el bioquímico y oncólogo norteamericano Van Rensselaer Potter, en su artículo “Bioethics. The Science of Survival”, publicado en 1970:

La humanidad necesita urgentemente una nueva sabiduría que le proporcione el “conocimiento de cómo usar el conocimiento” para la sobrevivencia del ser humano y la mejoría de su calidad de vida. Este concepto de sabiduría como guía para actuar [...] podría llamarse “la ciencia de la supervivencia”. Yo postulo que [ésta] debe cimentarse en la biología, ampliada más allá de sus límites tradicionales para incluir los elementos más esenciales de las ciencias sociales y de las humanidades, con énfasis en la filosofía en sentido estricto, o sea, en el “amor a la sabiduría”. La ciencia de la supervivencia debería ser más que una ciencia, y para ella propongo el término “bioética” con objeto de subrayar los dos puntos más importantes para alcanzar la nueva sabiduría que necesitamos tan desesperadamente: el conocimiento biológico y los valores humanos [...] lo que se necesita es una nueva disciplina que proporcione modelos de estilos de vida que puedan comunicarse entre sí y proponer y explicar las nuevas políticas públicas que formarían un “puente al futuro”. (Potter, citado en Rivero y Pérez, 2007, pp. 17-18)

No es difícil concluir que la apuesta de Potter es un esfuerzo por hacer de la ciencia, no solo de la biología, un conocimiento que lleve a la humanidad a tomar en serio el destino de nuestro planeta. Ese puente al futuro tiene mucho que ver con una ética ambiental. Llegados a este punto, es importante preguntarnos, ¿qué implica lo planteado para la enseñanza?

LA NATURALEZA DE LAS CIENCIAS: UNA PERSPECTIVA DIDÁCTICA POR EXPLORAR Y COMPLEMENTAR

Muchos didactas de las ciencias coinciden en que los aspectos filosóficos, históricos y sociológicos son un referente fundamental a la hora de enseñar ciencias en los diferentes niveles educativos. A pesar de que se han planteado diversas propuestas al respecto, en este trabajo

me enfocaré en la denominada como “naturaleza de la ciencia”, que prefiero entender como “naturaleza⁶ de las ciencias” (ndc).

De acuerdo con Tamayo y Orrego (2005), fueron McComas y Olson, en 1998, quienes propusieron el término ndc para describir el trabajo científico en educación en ciencias, el cual ha evolucionado en una diversidad de propuestas, pero cuyo significado se puede sintetizar como un metaconocimiento surgido de la reflexión filosófica e histórica de las ciencias (García-Carmona *et al.*, 2011). Si bien la ndc abarca una serie de preguntas sugerentes,⁷ se echan de menos algunas que indaguen por cuestiones ontológicas y éticas sobre las ciencias.

En todo caso, es de resaltar que la ndc no se centra en contenidos conceptuales particulares de las ciencias, sino que sus esfuerzos están orientados a caracterizar la actividad científica (contenidos *sobre* las ciencias). No obstante, llama la atención que se enfoque en confrontar ideas inadecuadas sobre las ciencias, como las planteadas desde el positivismo lógico, y deje de lado una discusión a profundidad acerca de la naturaleza práctica del conocimiento científico. Mi propuesta es complementar la ndc con base en lo expresado en las secciones anteriores.

En ese sentido, si la educación en ciencias considera una visión compleja de la ndc, esta promueve un aprendizaje más crítico y reflexivo, en el cual se asuma la ciencia como una actividad humana, no solo un producto, vinculada estrechamente a aspectos sociales, culturales, políticos, etc. Aquí hay unos interesantes puntos de anclaje con la didáctica de la EA. Por ahora, entremos en el terreno de los aspectos filosóficos de la EA.

6. Acá no entiendo la naturaleza como esencialidades, sino como rasgos que caracterizan a la empresa científica.

7. Algunas de ellas son: “¿qué es la ciencia? ¿Cómo se trabaja científicamente? ¿Cómo actúan los científicos como grupo social? ¿Cómo se comporta la sociedad frente a los desafíos científicos? ¿Qué, de haber algo, diferencia la ciencia de otras actividades humanas? ¿Cómo son inventadas o descubiertas las ideas? ¿Cómo se logra el consenso en la comunidad científica?” (Tamayo y Orrego, 2005, pp. 14-15).

LA EDUCACIÓN AMBIENTAL (EA): UN CAMPO EMERGENTE

A diferencia de las discusiones filosóficas sobre las ciencias, la indagación filosófica sobre la EA es relativamente reciente, a pesar de que este campo surgiera formalmente en la década de 1970.

En palabras de Sauvé (2004), la EA es una compleja dimensi3n de la educaci3n de todo ciudadano, en la que se entretujan distintas teorías y prácticas para reflexionar acerca de conceptos como el medio ambiente y el desarrollo social. Precisamente, en aras de tomar una postura epistemol3gica y a la vez política, esta autora recalca que la EA no debe limitarse a la propuesta de la educaci3n para el desarrollo sostenible (EDS). Autores como Leff (1998, 2004 y 2006), Porras *et al.* (2014) y aquellos de la compilaci3n hecha por González Gaudiano (2008) han llamado la atenci3n para que no confundamos la apuesta por la sustentabilidad con una EDS.

El asunto no es solamente semántico, pues puede entenderse que la sostenibilidad y la sustentabilidad, en este contexto, son s n nimos. En los diversos artículos en González Gaudiano (2008) se explica el motivo de esto.  l y sus colegas han manifestado que muchas perspectivas de la EA tienen como derrotero la construcci3n de un mundo ambientalmente sustentable, lo que implica partir desde la base social, los aspectos democráticos e incluyentes, y que la l3gica del mercado no se imponga en el abordaje de las problemáticas ambientales.

Por su parte, la EDS aboga por el crecimiento econ3mico. Ante esto, vale la pena parafrasear a Eduardo Galeano (1995): cuando a la economía le va bien,  a quiénes les va bien?; y cuando le va mal,  a quiénes les va mal?,  a quiénes desarrolla el desarrollo? Así, podría ser una labor de la filosofía indagar sobre los significados de estos términos y sus implicaciones para las prácticas efectivas de enseñanza.

Esta no es la única discusi3n relevante sobre la EA, ya que este campo, según Sauvé (2004 y 2010), Porras (2014) y García (2002), se caracteriza porque en él conviven y se desarrollan distintas maneras de entender el ambiente y la EA. Por lo tanto, los educadores ambientales deberían

reconocer la manera en que se elabora socialmente el conocimiento ambiental, es decir, qué representaciones sociales, saberes, normas, comprensiones, planteamientos, discursos se anidan en los grupos

sociales, con el objeto de entender la manera en que se viven, perciben, plantean y solucionan los problemas ambientales. (Porras, 2014, p. 23)

En fin, lo que caracteriza a la EA es similar a lo planteado sobre las ciencias: no es importante cómo se representa el mundo, en este caso el ambiente, sino cómo el saber ambiental implica una dimensión práctica que faculta a los ciudadanos para actuar y para tomar decisiones racionales con respecto a los problemas ambientales que consideran relevantes. Pero la EA tiene un valor agregado, pues apuesta, explícitamente, por el desarrollo humano integral. Así las cosas, es importante adentrarnos en algunos postulados útiles para sustentar estas ideas. En las secciones siguientes me ocuparé de algunos aspectos ontológicos, epistemológicos y éticos de la EA.

EL AMBIENTE: UN OBJETO POLISÉMICO Y MULTIDIMENSIONAL

Es factible pensar, tal vez ingenuamente, que el objeto central de la EA es el ambiente.⁸ Sin embargo, no es del todo claro a qué nos referimos con este. No trataré de definir por completo “ambiente”, sino que expondré la discusión de su polisemia y multidimensionalidad.

Esto se ilustra con la tipología difundida por Sauvé (2004), esta autora lo expresa en la figura que me permito reproducir (ver figura 1).

8. “El objeto de la educaci3n ambiental no es el medio ambiente como tal, sino nuestra relaci3n con él. Cuando se habla de una educaci3n ‘sobre’, ‘en’, ‘por’ y ‘para’ el medio ambiente (según la tipología ya clásica de Lucas), no se está definiendo el objeto central de la educaci3n ambiental, que es la red de relaciones entre las personas, su grupo social y el medio ambiente” (Sauvé, 2004, p. 3).



Figura 1. Tipología de representaciones del medio ambiente

Fuente: Sauvé (2004, p. 4).

A estas nociones se pueden agregar otras, por ejemplo, el ambiente como objeto de estudio, a través del cual se pretende “Adquirir conocimientos en ciencias ambientales [y] Desarrollar habilidades relativas a la experiencia científica” (Sauvé, 2010, p. 8).

De todos modos, y siguiendo a Sauvé (2004), el ambiente es una realidad cultural y contextualmente determinada, así como socialmente construida y, dependiendo como sea concebido, implica asumir ciertas estrategias educativas. Para la autora el ambiente no debe entenderse simplemente como un tema, ya que es, ante todo, una realidad cotidiana y vital: el ambiente es algo que vivenciamos, no algo que solamente conceptualizamos.

Desde esta perspectiva podemos afirmar, siguiendo a Meinardi *et al.* (2002), que el desarrollo del campo de la EA ha ocurrido un cambio ontológico con respecto a la noción de ambiente, con la cual se pasó de una concepción centrada en la ecología a una que reconoce al ambiente como sistema, conformado por la interacción entre sistemas naturales y sociales.

Aunque comparto la idea de que el ambiente no ha de ser entendido solamente desde un ámbito natural, esto no debe llevarnos a la idea que ciencias como la biología no tienen nada que decirnos al respecto. Sin caer en una perspectiva “biologicista”, no vale la pena echar en saco roto lo planteado por algunos biólogos al respecto.

Richard Lewontin (1998), al hacer frente al proyecto “adaptacionista”⁹ en biología evolutiva, ha señalado que organismo y ambiente no son entidades independientes, y que sus cambios se interrelacionan de diversas maneras. En sus palabras, los organismos no se adaptan a unos ambientes predeterminados, sino que organismo y ambiente se constituyen mutuamente: “así como no puede existir un organismo sin ambiente, tampoco puede existir un ambiente sin algún organismo” (Lewontin, 1998, p. 57).

Para Lewontin (1998), el ambiente no se limita a unas condiciones físicas circundantes, aunque puedan ser parte de este. De acuerdo con él, el concepto clave es el de relevancia: ¿cuáles de esas condiciones son relevantes para un organismo en particular? Al respecto, plantea un ejemplo bastante ilustrativo: si un ave que se alimenta de frutos caídos en el suelo de un bosque se halla frente a una piedra, esta será irrelevante para ella, pues no hace parte de su ambiente. En contraste, si otra ave en el mismo bosque se alimenta de pequeños caracoles, cuya concha destroza dándole golpes contra esa piedra, esta sí hará parte de su ambiente.

No es descabellado asumir esta propuesta para los humanos, sobre todo sin perder de vista que también somos organismos biológicos. Lewontin *et al.* (1998), retomaron estas ideas, pero teniendo en mente cuestiones sobre la humanidad. Por citar algunas líneas, podemos decir que:

El problema de intentar describir un ambiente autónomo es que hay una infinidad de maneras de ensamblar las pequeñas piezas y fragmentos del mundo para elaborar los medios ambientales. Debemos distinguir con claridad entre un mundo exterior no estructurado de fuerzas físicas y el medio ambiente de un organismo, que es definido por el propio organismo. A falta de organismos reales, ¿cómo podemos saber qué combinación de factores forma un medio ambiente y cuál no? De hecho, son los organismos en sí mismos los que definen su propio entorno. (Lewontin *et al.*, 1998, pp. 332-333)

Queda claro, entonces, que los humanos, en tanto organismos biológicos, pero también como seres culturales, construimos, transformamos y, lamentablemente, destruimos nuestro ambiente, el cual,

9. Esta perspectiva sostiene que cualquier rasgo de todo organismo es una adaptación, y que ha sido preservada y desarrollada gracias al proceso de selección natural.

vale insistir, es bastante complejo, pues implica demasiadas “variables”. Como lo expresa Enrique Leff (1998):

[...] el concepto de ambiente [emerge] referido a un objeto complejo, integrado por procesos de orden natural, técnico y social, cuyas causas y propósitos no pueden absorberse en un modelo global, por complejo, abierto y holístico que se lo pretenda. Los procesos ecológicos, económicos, tecnológicos y culturales que confluyen en un sistema socioambiental, están conformados por los intereses y racionalidades de actores sociales y organizaciones institucionales diversos [...] En este sentido, [el ambiente] integra fenómenos naturales y sociales y articula procesos materiales que conservan su especificidad ontológica y epistemológica, irreductible a un metaproceto homologador y a un logos unificador. (p. 126)

Esta cita de Leff abre las puertas para discutir los aspectos epistemológicos que atañen a la EA.

EPISTEMOLOGÍA AMBIENTAL Y RACIONALIDAD AMBIENTAL

Según Eschenhagen (2008), la tesis fundamental de Leff es que la crisis ambiental actual es, ante todo, una crisis de la civilización occidental, causada por sus formas de conocer, concebir y, por ende, de transformar el mundo.

Aunque no podemos negar el papel de las ciencias en esta crisis, tampoco debemos pasar por alto lo expuesto en las primeras secciones de este trabajo sobre no asumir los postulados de cientificidad que abogan por la homogenización y la universalización de las prácticas y saberes. Ya vimos que, desde ciertas perspectivas filosóficas de las ciencias, es posible comprometerse con una pluralidad epistemológica y con una diversidad de racionalidades. Desde este panorama, cabe una discusión sobre los conceptos de epistemología ambiental y de racionalidad ambiental. Estos conceptos han sido propuestos y desarrollados magistralmente en el trabajo intelectual de Enrique Leff (1998, 2004 y 2006), quien para Eschenhagen (2008),

[...] procura la conformación de un saber ambiental para construir una racionalidad ambiental a través de un diálogo de saberes, desde una epistemología ambiental, que permiten proponer por ejemplo una educación ambiental amplia y una ecología política concreta. Se trata

de construir nuevos saberes y racionalidades capaces de aprehender la complejidad ambiental. (p. 3)

En cuanto a la epistemología ambiental, Leff (2006) sostiene que lo relevante no son las discusiones sobre la verdad, la objetividad y la representación de lo real en la ciencia, sino que debemos ocuparnos por entender cómo el conocimiento científico se ha ido en contra del mundo, transformándolo e interviniéndolo de maneras funestas. No dudo que algunas prácticas científicas hayan propiciado efectos catastróficos en el mundo, pero no podemos generalizar. Por ejemplo, algunas prácticas científicas han permitido la comprensión de la biodiversidad existente en una región y han ayudado a conservarla y protegerla.

Por otra parte, Leff (2004) afirma acerca de cómo el conocimiento permite crear nuevas realidades en estos términos: “La epistemología ambiental ya no se plantea tan sólo el problema de conocer a un mundo complejo, sino cómo el conocimiento genera la complejidad del mundo” (Leff, 2004, p. xi).

En ese orden de ideas, Leff no se propone apostar por la epistemología ambiental como un proyecto, sino como un trayecto, el cual tiene como fin principal “llegar a saber qué es el ambiente –ese extraño objeto del deseo de saber– que emerge del campo de exterminio al que fue expulsado por el logocentrismo teórico fuera del círculo de racionalidad de las ciencias” (Leff, 2006, p. 13). Por supuesto, hay que indagar a qué se refiere Leff con la racionalidad de las ciencias, como si existiera una sola. Es curioso que, en este caso, Leff no aplique las nociones de otredad, diversidad, diferencia, etc., que caracterizan su pensamiento. Personalmente, prefiero hablar de las racionalidades de las ciencias, si nos tomamos en serio lo afirmado páginas atrás.

De nuevo, toda forma de conocimiento implica algún tipo de racionalidad y establecer ese vínculo es una tarea, no la más sencilla, de la indagación epistemológica. Esta idea de racionalidad ambiental es una parte esencial del proyecto epistemológico de Leff.

En pocas palabras, la racionalidad ambiental puede entenderse como “la resultante de un conjunto de normas, significaciones, intereses, valores y acciones que no se dan fuera de las leyes de la naturaleza, pero que la sociedad no se limita simplemente a imitar” (Leff, 2004, p. 211). Es interesante notar algunas coincidencias entre

lo afirmado por Leff y la descripción de la racionalidad científica presentada. En especial, porque la racionalidad ambiental también tiene en cuenta nociones como la de práctica, de gran ayuda para entender la racionalidad en la ciencia:

La lógica de la unidad económica campesina y el estilo étnico de una cultura, remiten a racionalidades sociales constituidas como sistemas complejos de ideologías-valores-prácticas-comportamientos-acciones, que son irreductibles a una lógica unificadora. En este sentido, la racionalidad ambiental no es la expresión de una lógica, sino el efecto de un conjunto de intereses y de prácticas sociales que articulan órdenes materiales diversos, que dan sentido y organizan procesos sociales a través de ciertas reglas, medios y fines socialmente construidos. (Leff, 1998, p. 115)

Por si fuera poco, es sugestivo advertir que la categoría de racionalidad ambiental también da cuenta de nociones como normatividad y heurística.

La categoría de racionalidad ambiental integra los principios éticos, las bases materiales, los instrumentos técnicos y jurídicos y las acciones orientadas hacia la gestión democrática y sustentable del desarrollo; a su vez, se convierte en *un concepto normativo* para analizar la consistencia de los principios del ambientalismo en sus formaciones teóricas e ideológicas, de las transformaciones institucionales y programas gubernamentales, así como de los movimientos sociales, para alcanzar estos fines. En este sentido, la categoría de racionalidad ambiental funciona como un *concepto heurístico* que orienta y promueve la *praxeología* del ambientalismo y que al mismo tiempo permite analizar la eficacia de los procesos y las acciones 'ambientalistas'. (Leff, 1998, pp. 115-116 [énfasis añadido])

Al fin y al cabo, la racionalidad ambiental da cuenta que el saber ambiental se fundamenta en la acción, la cual está regulada por ciertas normas contextuales, por lo que las podemos asumir como heurísticas. Desde este punto de vista, no es difícil establecer relaciones entre la racionalidad ambiental y la racionalidad científica. Sin embargo, es importante complementar esto con una referencia a cómo la racionalidad ambiental y la epistemología ambiental, entendidas como cuestiones que atañen a normas y acciones, propician una reflexión ética.

ÉTICA AMBIENTAL

Podríamos decir que la ética ambiental surgió como una respuesta a la crisis ambiental referida. En particular, esta se institucionalizó como disciplina a mediados de la década de 1970, aunque podemos encontrar una perspectiva en esa vía tiempo atrás y en diversas culturas. En todo caso, la ética ambiental puede considerarse como una dimensión crucial de la biología de la conservación (Rozzi, 2001), aunque sin duda tiene un espectro de acción más amplio, pues en última instancia pretende deshacer la famosa dicotomía entre naturaleza y cultura. El objetivo de este tipo de ética, según Rozzi (2001), es aportar al bienestar tanto del mundo natural como de las sociedades humanas, en donde la palabra clave es “respeto”, el cual debe profesarse a cualquier forma de vida. Este modo de ver las cosas, ciertamente, coincide con la propuesta del biólogo E. O Wilson (1984) de entrelazar filosofía y biología: la biofilia.

A propósito de Wilson, en sus planteamientos también encontramos una apuesta por sustentar la conservación de la biodiversidad desde una perspectiva ética:

No puede haber propósito que promueva más el entusiasmo que iniciar la era de la recuperación, volviendo a tejer la maravillosa diversidad de la vida que todavía nos rodea [y de la que hacemos parte] Una ética ambiental duradera se dedicará no sólo a conservar la salud y la libertad de nuestra especie, sino el acceso al mundo en el que nació el espíritu humano. (Wilson, 1994, p. 351)

Según Singer (2009), uno de los pilares de la ética ambiental es considerar los intereses de todos los seres sensibles, pues su propuesta se extiende más allá, al incluir cualquier tipo de existencia “natural”; esto viene acompañado por el aprecio estético de los lugares aún sin intervenir o poco intervenidos por los humanos. Sin embargo, añade este autor, no basta con que reconozcamos esos intereses, pues debemos insistir en su pertinencia moralmente; esto nos lleva a la idea del valor intrínseco, es decir, aquel independiente de su valor utilitario o su capacidad para cumplir una finalidad.

Esa idea de considerar cualquier tipo de ser, vivo o no, sensible o no, en una ética ambiental es compartida por Elliot (1995), para él debemos descentrarnos de una ética pensada exclusivamente desde

el humano, pues no cuentan solo nuestros intereses como especie a la hora de intentar dirimir un debate ético. Este planteamiento nos lleva a reflexionar sobre los humanos como agentes morales, en tanto tenemos la capacidad de razonar sobre nuestras acciones y sus posibles consecuencias; sin embargo, que otros seres no tengan esa capacidad, no nos faculta para ignorar sus intereses, sino que nos obliga a tenerlos en consideración. Somos agentes morales en cuanto tenemos la responsabilidad de reconocer al otro, llamémosle “ambiente”, a la hora de evaluar el curso de las acciones que emprendamos o dejemos de realizar.

Por último, la ética ambiental, al igual que otros ámbitos de la EA, se ha desarrollado en términos de contextos particulares. La región latinoamericana es un ejemplo digno de mención:

Una ética ambiental genuinamente latinoamericana no puede ser concebida como un cuerpo normativo elaborado por expertos. Ésta brota hoy con creciente fuerza desde el trabajo colectivo de filósofos ambientales junto a artistas, pescadores, comunidades indígenas y campesinas, antropólogos, ecólogos, gobernantes y diversos miembros de la sociedad, quienes van construyendo colectivamente guías éticas, enraizadas en múltiples modos —actuales o posibles— de co-habitar con los diversos seres en los paisajes ecológicos y culturales de cada región en Latinoamérica y el planeta. (Rozzi, 2012, p. 32)

En pocas palabras, la ética ambiental nos concierne a todos, independientemente del rol que desempeñemos y del lugar que habitamos en el mundo.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE UNA DIDÁCTICA DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL

En la literatura sobre EA, es muy difícil hallar propuestas con respecto a fundamentar una didáctica de esta. Sin duda, es necesario profundizar sobre ello, por ahora, presentaré los planteamientos de J. Eduardo García (2002 y 2015) sobre el tema que nos ocupa.

De acuerdo con García (2002), en las perspectivas de EA se hallan dos conjuntos de elementos que parecen estar disociados. Por un lado, existe un conglomerado de teorías diversas y dispersas que fundamentan la acción y, por otro, una serie de actuaciones concretas. Para este autor es problemático que, en el medio de esos elementos, no se

sitúe un modelo didáctico que contribuya a su articulación. En ese sentido, García (2002) sostiene que la EA necesita un modelo didáctico para guiar la acción y para reflexionar sobre la misma.

Así, este autor plantea la pregunta sobre la posibilidad de una didáctica de la EA, a lo que responde que no sólo sí es posible, sino necesaria. García (2015) da una serie de razones para responder a por qué no se ha desarrollado una didáctica de la EA, entre estas destaca el hecho que muchos educadores ambientales provienen de las ciencias ambientales y no del ámbito educativo. Esto llama la atención sobre la urgente necesidad de formar ese tipo de profesionales a través de carreras específicas en EA.

La fundamentación de dicho modelo didáctico nos ayudaría a sobrepasar dos reduccionismos antagónicos: uno que enfatiza el activismo y menosprecia la teoría, y otro que resalta los aspectos teóricos, los cuales se supone pueden trasladarse directamente a la acción. Hay que tener en cuenta que, en palabras de García (2015), los modelos didácticos son prácticos, en la medida en que nos proveen pautas para la acción educativa, pero a la vez son teóricos, lo que nos permite reflexionar sobre nuestras actuaciones. Igualmente, la construcción de un modelo didáctico de la EA ayudaría a los educadores a analizar, con más detenimiento, cuáles son los contenidos a enseñar.

García (2015), luego de describir algunos modelos presentes en el campo de la EA, como el tradicional, el tecnológico y el activista, propone fundamentar uno “deseable”, basado en la integración de las perspectivas constructivista, compleja y crítica.

Sin entrar en detalles, la teoría crítica apuntaría a cambiar el orden social establecido. Por su parte, la perspectiva compleja aportaría principios como: el rechazo a la fragmentación del saber y a la separación entre los ámbitos del pensamiento y la acción, que conforman a la persona; la comprensión del mundo como una configuración sistémica; la causalidad compleja; la noción de complementariedad; y el cambio como coevolución. Finalmente, en cuanto al constructivismo, García (2015) se basa en tres fundamentos: el relativismo epistemológico, el papel activo del agente en la construcción del saber, y la construcción de conocimiento como un proceso interactivo y situado en un contexto cultural e histórico (García, p. 18).

En cuanto a los contenidos de la EA, estos, según García (2015), deben estar centrados en coadyuvar a un cambio significativo en el pensamiento y las conductas de las personas, lo cual posibilitará que ellas actúen lo mejor posible frente a los problemas socioambientales que les sean relevantes. En este tipo de planteamientos encontramos un terreno fértil para explorar el rol que podrían desempeñar las propuestas de Leff en la configuración de una didáctica de la EA.

Por el momento, he descrito, por separado, algunas cuestiones ontológicas, epistemológicas, metodológicas y didácticas de la EA y de las CN. A continuación, se desarrollarán aspectos que apunten a la integración de estos campos, pues en nuestro contexto, al parecer, se da por hecho que están totalmente articulados, ya que hacen parte de una misma área fundamental y obligatoria de la educación básica y media. Considero que, para los profesores en formación avanzada de dicha área, puede ser enriquecedor y estimulante que en sus estudios doctorales y, desde luego, en su ejercicio profesional, se aborden este tipo de reflexiones y, sobre todo, que se hagan propuestas innovadoras al respecto.

POSIBLES RELACIONES ENTRE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL Y LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS

Vale la pena recordar que, en las primeras secciones, aludí a las CN sin mencionar la cuestión de la educación en ciencias (EC) y que en la sexta sección traté brevemente el tema de la didáctica de las ciencias. Esto se debe, precisamente, a que hablar de las ciencias naturales como un campo de conocimiento reviste problemas, si asumimos las diversas formas de saberes y prácticas que se ponen juntas en un solo saco, sin que ello implique una integración o articulación; aunque, esto tiene la ventaja de mostrarnos un panorama diverso y complejo de lo que llamamos CN, en las cuales cobran relevancia los conocimientos *disciplinares* provenientes principalmente de la biología, la física y la química. En el caso de la EA, el asunto va en otra dirección, ya que de entrada las disquisiciones al respecto están enmarcadas ineludiblemente en el ámbito educativo y, a su vez, la EA no se podría entender como una disciplina, sino como un campo inter y transdisciplinar.

Esta puede ser una razón de la falta de trabajos sobre la integración de estos campos de saber en la literatura consultada. Desde otro punto de vista, es probable que estos campos se consideren

totalmente independientes y disímiles, o se dé por hecho su semejanza y complementariedad al punto que su articulación se realice espontáneamente.

No creo que establecer relaciones entre la EA y la EC sea una tarea fácil. Por esto, este capítulo es un abrebocas para desarrollar investigaciones de mayor alcance a futuro. Por ahora, me dedicaré a explicitar cómo se podrían establecer algunas relaciones al introducir otros elementos de análisis.

En cuanto a lo ontológico, he manifestado su cambio radical en el ámbito de las ciencias, en el sentido de considerar a los objetos científicos a través de su historicidad, de acuerdo con Daston (2000), de ellos se pueden escribir biografías. Así, las entidades de la ciencia no son independientes de los sujetos cognoscentes que las toman por objeto de sus indagaciones. Algo similar ocurre en el terreno de lo ambiental, en donde se ha pasado de entender al ambiente como un conjunto de condiciones biofísicas a asumirlo como una construcción que depende de las acciones del agente; parafraseando a Lewontin (1998), podría decir que, así como no hay agentes sin ambiente, tampoco hay ambientes sin agentes.

Con respecto a las cuestiones de orden epistemológico, ha quedado claro que en ambos campos el conocimiento no debe relegarse a un conjunto de teorías, sino que se debe acentuar la acción y en las prácticas. En efecto, tanto las ciencias y sus didácticas, como la EA y su enseñanza deben centrarse en la actividad; sin embargo, no se apela por un activismo ingenuo, sino por una verdadera praxis. En ese sentido, en los dos campos se debe partir de problemas relevantes para los estudiantes y maestros. El conocimiento práctico que caracteriza a la EA y a la EC nos permite traer a colación las cuestiones sobre la racionalidad. En los dos campos, como he expuesto, esa racionalidad ha de entenderse con base en aspectos normativos, en donde las normas no existen independientemente de los sujetos, sino que son creadas, estabilizadas, evaluadas y transformadas contextualmente. En consecuencia, la racionalidad ambiental y la racionalidad científica han de asumirse con base en la categoría de racionalidad heurística, para la cual las normas de acción dependen del entorno en donde se despliegan, se atrincheran y mutan.

En el plano ético, encontramos interesantes coincidencias entre una perspectiva que integra las ciencias con la ética, la bioética en

particular, y la ética ambiental. Ambos enfoques ponen en primer plano el respeto hacia todos los seres que son objeto de intereses morales. En el caso de la ética ambiental, este modo de asumir las cuestiones se amplía más allá de lo viviente, para considerar ese objeto polisémico denominado “ambiente”, el cual incluye a los organismos y demás seres. En cualquier caso, tanto en la dimensión ética de las ciencias, como en la ética ambiental, el punto clave es cómo nosotros, como agentes morales, tenemos una responsabilidad ética con todo y con todos. Debemos reflexionar sobre nuestras acciones antes y después de ser emprendidas, ya que sus consecuencias no necesariamente son benéficas.

En lo que atañe al ámbito educativo, los vínculos entre EA y EC también son notables y sugerentes. De acuerdo con Meinardi *et al.* (2002), la EC no tiene por objetivo solo enseñar contenidos científicos, sino posibilitar que el estudiante razone discursivamente con sus pares y otros acerca de cuestiones y problemas científicos. No es difícil sostener que este tipo de presupuesto también caracteriza a la EA. Como quedó patente, una de las finalidades de la perspectiva didáctica de NDC es enseñar una ciencia “humanizada”; es decir, que se reconozca un hecho obvio pero que frecuentemente se pasa por alto: las ciencias son hechas por humanos y para humanos, por lo que no es posible desligar la actividad científica de cuestiones sociales, políticas, culturales ni, por supuesto, ambientales.

En palabras de Sauvé (2010):

La reflexión y las iniciativas actuales en relación con la creciente aproximación entre la educación científica y la educación ambiental se inscriben en la dinámica de estos dos campos de acción educativa de los cuales se reconocen ahora no solamente las interfaces, sino igualmente la necesidad de integración. (p. 6)

Por un lado, dicha integración es posible, porque en la EC se ha complejizado la idea de ciencia, al acercarla a cuestiones socioambientales y, por otra parte, debido a la exuberante diversidad de corrientes en EA, muchas de las cuales han comenzado a tomarse en serio algunos de los postulados de la EC.

Ahora bien, Sauvé (2010) también ha enfatizado que tanto en la EA como en la EC se han estrechado lazos entre el saber y la acción, los

cuales se construyen recíprocamente. Este aspecto nos remite nuevamente a los postulados epistemológicos desarrollados en este trabajo:

Es así como podemos aprender por todos los poros de nuestra interrelación con el mundo: sensibilidad, sensorialidad, intuición, racionalidad, experiencia empírica, sea de naturaleza cinética, comunicacional, artística, científica, tecnológica, etc. ¿No es ése el caso, finalmente, de todas las formas de aprendizaje, incluso el aprendizaje en las ciencias? Salvo que en materia de medio ambiente el carácter social, colectivo y resolutorio de la acción es más marcado. (Sauvé, 2010, p. 10)

De este modo, los planteamientos de Sauvé nos muestran un panorama en el cual, tanto la EA como la EC han desarrollado un sinnúmero de corrientes, lo que facilita establecer vínculos fecundos entre algunas de estas. Dichos nexos han de ser materializados y llevados a la práctica a través de una comprensión compleja del ambiente y de los problemas concretos que emergen en este. Esos problemas, no sobra decirlo, ameritan un tratamiento que involucre aspectos de las ciencias y de la EA, para lo cual es menester contribuir al desarrollo de las capacidades argumentativas de los estudiantes, en aras de que puedan participar activamente en debates acerca de esas problemáticas.

Este asunto nos remite a que la finalidad última en la EA y en la EC es la educación de todos los ciudadanos, esto implica que se dé prioridad a formar personas capaces de tomar las mejores decisiones posibles. Según Porras (2014), este es un tema aún pendiente en la formación de ciudadanos ambientalmente responsables. Esto nos lleva a la idea de una “ciudadanía compleja”, planteada por Pérez (2014), la cual solo será posible si se establecen vínculos complejos entre la EA y la EC, en los que se expliciten

[...]algunos intereses compartidos, en relación con a la idea de incidir en la formación de las personas desde un conocimiento y un posicionamiento crítico y participativo para aportar en la resolución de problemas socioambientales y en la construcción de un ambiente sustentable. (Pérez, 2014, p. 69)

En suma, esa ciudadanía compleja y ambientalmente responsable solo será realidad si empezamos a repensar los programas de

formación docente en el área de CN y EA, lo cual debe materializarse en propuestas educativas concretas que tengan en cuenta contextos “reales”, donde los profesores en formación avanzada se desempeñan profesionalmente.

Dichas propuestas, tienen que ver con cómo se articulan, en la práctica efectiva del profesor, aspectos relativos a las CN y a la EA. Una idea que ilustra esto es la forma en que Fourez (2008) ha entendido la noción de disciplina. Para él,

Una disciplina científica es un enfoque de presupuestos y de conocimientos ligados a una comunidad científica que, por una parte, se reconoce a sí misma como tal y, por otra, es reconocida como tal en torno a un objeto que ella construye. (p. 14)

Sin embargo, no tenemos por qué confundir una disciplina científica con una disciplina escolar, pues esta última es entendida como “un enfoque y unos conocimientos construidos en función de una disciplina científica, pero estructurada alrededor de una enseñanza y de sus intereses” (Fourez, 2008, p. 14). Así las cosas, podríamos decir que las disciplinas científicas se convierten en un referente, no el único, desde luego, para la enseñanza de ciertas cuestiones en circulación, discusión o transformación en la escuela.

Aunque, no basta con enfocarnos en una postura disciplinar, sino en una perspectiva interdisciplinar más prometedora. Siguiendo con la propuesta de Fourez (2008), asumo que “el objetivo de la interdisciplinariedad es la construcción de un saber adecuado para una situación; utiliza las disciplinas con esa finalidad y no implica ninguna desvalorización de los conocimientos de las disciplinas que utiliza” (p. 15). No está de más insistir en que, esos procesos interdisciplinarios, se pueden materializar, por decirlo de algún modo, a través de problemas que los mismos estudiantes se planteen y que los motive a abordar. Tales problemas implicarán la concurrencia y articulación de saberes y prácticas provenientes de diferentes disciplinas o campos de conocimiento.

No obstante, esto desborda lo expuesto en este trabajo, ya que la discusión ha girado no tanto en torno al conocimiento disciplinar, sino sobre el conocimiento metadisciplinar (Porlán y Rivero, 1998). A grandes rasgos, este conocimiento da cuenta de las características

distintivas de una disciplina en particular o, en otras palabras, es el conocimiento sobre un conocimiento disciplinar, específicamente en lo concerniente a cuestiones filosóficas —ontológicas y epistemológicas, principalmente—, históricas y sociológicas, entre otras. El problema de fondo, entonces, es cómo los profesores reflexionamos e indagamos acerca del conocimiento metadisciplinar, en este caso filosófico, de los campos de conocimiento que conforman el área de CN y EA, con el objetivo de comprender los modos en que dicho conocimiento posibilita procesos de integración.

CONSIDERACIONES FINALES

Con base en lo planteado, podría preguntarse si los profesores de CN y EA que se están formando a nivel doctoral, ¿deben enfocar esa formación hacia una perspectiva filosófica? No necesariamente. En efecto, no se trata de que los profesores devengan filósofos de los campos de saber que transforman en objeto de enseñanza. Se propone es que un acercamiento a los aspectos filosóficos expuestos puede servir de marco de referencia y reflexión para que los profesores resignifiquen sus prácticas de enseñanza, si se pretende contribuir a la integración de dichos campos. Sin duda, la filosofía no será la única perspectiva que ayude a fomentar tal articulación, pero sí puede desempeñar un papel relevante en esa empresa.

Es necesario aclarar que esos aspectos filosóficos no tienen por qué devenir en contenidos de enseñanza en sí mismos, al menos no en los niveles básico y medio. No tendría mucho sentido enseñar a estudiantes de básica secundaria, por ejemplo, cuestiones teóricas sobre ontología histórica en la ciencia; sin embargo, esto no quiere decir que los objetos científicos que se pretenden enseñar sean inmutables e inmunes al paso del tiempo.

Así las cosas, se ha intentado sugerir vías de acción para hacer de la educación en ciencias y la EA campos que den soluciones a los problemas relevantes para los estudiantes y que ayuden a problematizar las situaciones en las que viven. En particular, se ha sugerido que los profesores de CN y EA podrían indagar, con ayuda de la filosofía, hasta qué punto estos dos campos deben conformar una misma área de saber, y si en realidad están estrechamente articulados en las prácticas efectivas de enseñanza en diferentes niveles educativos. Desde luego, los futuros doctores en educación, con énfasis en EC,

tienen una tarea medular. Espero que lo planteado sea un punto de apoyo para emprender ese tipo de proyectos.

REFERENCIAS

- Bachelard, G. (1976). *El materialismo racional*. Paidós.
- Brown, H. (1988). *Rationality*. Routledge.
- Castro, J. A. (2012). *Las relaciones entre estilos de razonamiento y prácticas científicas como eje central de un proyecto de epistemología histórica* [tesis de doctorado]. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://doi.org/10.22201/dgpyfe.9786070254536e.2012>
- Daston, L. (Ed.). (2000). *Biographies of Scientific Objects*. The University of Chicago Press.
- Dawkins, R. (2017). *El fenotipo extendido. El largo alcance del gen*. Capitán Swing.
- Dennet, D. (2017). Introducción. En R. Dawkins, *El fenotipo extendido. El largo alcance del gen*. Capitán Swing.
- Elliot, R. (1995). La ética ambiental. En P. Singer (Ed.), *Compendio de ética* (pp. 391-403). Alianza.
- Eschenhagen, M. L. (2008). *Aproximaciones al pensamiento ambiental de Enrique Leff: un desafío y una aventura que enriquece el sentido de la vida*. Publicación Ocasional 4. Sección Filosofía Ambiental Sudamericana. http://www.unter.org.ar/imagenes/aproximaci%C3%B3n%20al%20pensamiento%20de%20Leef_0.pdf
- Fourez, G. (1994). *La construcción del conocimiento científico. Filosofía y ética de la ciencia*. Narcea.
- Fourez, G. (2008). *Cómo se elabora el conocimiento. La epistemología desde un enfoque socioconstructivista*. Narcea.
- Galeano, E. (1995). *El libro de los abrazos*. Tercer Mundo Editores.
- García, J. E. (2002). Los problemas de la educación ambiental: ¿es posible una educación ambiental integradora? *Investigación en la Escuela*, 46, 5-25. <https://revistascientificas.us.es/index.php/IE/article/view/7634/6750>
- García, J. E. (2015). ¿Es posible una didáctica de la Educación Ambiental? Hacia un modelo didáctico basado en las perspectivas constructivista, compleja y crítica. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental* [volumen espacial], 1, 4-30. <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/4986/3132>
- García-Carmona, A., Vázquez, A., y Manassero, M.A. (2011). Estado actual y perspectivas de la Enseñanza de la Naturaleza de la

- ciencia: una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. *Enseñanza de las ciencias*, 29(3), 403-412. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v29n3.443>
- González Gaudio, E. (Coord.). (2008). *Educación, medio ambiente y sustentabilidad*. Siglo XXI.
- Hacking, I. (1996a). *Representar e intervenir*. Paidós.
- Hacking, I. (1996b). The Disunities of Sciences. En P. Galison y D. Stump (Eds.), *The Disunity of Science. Boundaries, Contexts, and Power* (pp. 37-74). Stanford University Press.
- Hacking, I. (2002). *Historical ontology*. Harvard University Press.
- Hacking, I. (2009). *Scientific Reason*. National Taiwan University.
- Leff, E. (1998). *Saber ambiental. Sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. Siglo XXI.
- Leff, E. (2004). *Racionalidad Ambiental. La reapropiación social de la naturaleza*. Siglo XXI.
- Leff, E. (2006). *Aventuras de la epistemología ambiental*. Siglo XXI.
- Lewontin, R. (1998). *Genes, organismo y ambiente. Las relaciones de causa y efecto en biología*. Gedisa.
- Lewontin, R., Rose, S. y Kamin, L. (1998). *No está en los genes. Racismo, genética e ideología*. Crítica.
- Martínez, S. (2003). *Geografía de las prácticas científicas. Racionalidad, heurística y normatividad*. UNAM.
- Meinardi, E., Adúriz, A. y Revel, A. (2002). La Educación Ambiental en la escuela. Una propuesta para integrar contenidos multidisciplinares a través de la argumentación. *Investigación en la Escuela*, 46, 93-103. <https://doi.org/10.12795/IE.2002.i46.08>
- Olivé, L. (2011). Ciencia y tecnología: algunos desafíos para la ética. En L. Olivé y Pérez, R. *Temas de ética y epistemología de la ciencia. Diálogos entre un filósofo y un científico* (pp. 45-59). Fondo de Cultura Económica.
- Pérez, M. R. (2014). El ambiente y su relación con la ciencia, la tecnología y la sociedad: algunas reflexiones en el marco de la educación y la formación ciudadana. En Y. A. Porras, M. R. Pérez, R. N. Tuay, M. Alzate, F. Cuervo y M. Roncancio, *Retos y oportunidades de la educación ambiental en el siglo XXI* (pp. 47-78). Universidad Pedagógica Nacional.
- Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores: una propuesta formativa en el área de ciencias*. Díada.

- Porras, Y. A. (2014). Retos y oportunidades de la educación ambiental en el siglo XXI. En Y. A. Porras, M. R. Pérez, R. N. Tuay, M. Alzate, F. Cuervo y M. Roncancio, *Retos y oportunidades de la educación ambiental en el siglo XXI* (pp. 13-45). Universidad Pedagógica Nacional.
- Porras, Y. A., Pérez, M. R., Tuay, R. N., Alzate, M., Cuervo, F., y Roncancio, M. (2014). *Retos y oportunidades de la educación ambiental en el siglo XXI*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Rivero, P. y Pérez, R. (2007). Ética y bioética. En R. Pérez, R. Lisker y R. Tapia (Eds.), *La construcción de la bioética. Textos de bioética* (vol. 1; pp. 13-24). Fondo de Cultura Económica.
- Rozzi, R. (2001). Ética ambiental: raíces y ramas latinoamericanas. En R. Primack, R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo y F. Massardo, *Fundamentos de biología de la conservación. Perspectivas latinoamericanas* (pp. 311-359). Fondo de Cultura Económica.
- Rozzi, R. (2012). Filosofía Ambiental Sudamericana: Raíces Amerindias y Ramas Académicas Emergentes. *Environmental Ethics*, 34(4), 9-32. https://www.pdcnet.org/enviroethics/content/enviroethics_2012_0034Supplement_0009_0032
- Sauvé, L. (2004, 9-13 de junio). *Perspectivas curriculares para la formación de formadores en educación ambiental* [ponencia]. I Foro Nacional sobre la Incorporación de la Perspectiva Ambiental en la Formación Técnica y Profesional, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. https://www.miteco.gob.es/en/ceneam/articulos-de-opinion/2004_11sauve_tcm38-163438.pdf
- Sauvé, L. (2010). Educación científica y educación ambiental: un cruce fecundo. *Enseñanza de las ciencias*, 28(1), 5-18. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/189092>
- Singer, P. (2009). *Ética práctica*. Akal.
- Tamayo, O. y Orrego, M. (2005). Aportes de la naturaleza de la ciencia y del contenido pedagógico del conocimiento para el campo conceptual de la educación en ciencias. *Educación y Pedagogía*, 17(43), 13-25. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/6051/5457>
- Wilson, E. O. (1984). *Biophilia. The human bond with other species*. Harvard University Press.
- Wilson, E. O. (1994). *La diversidad de la vida*. Crítica.

Evaluación y dificultades de aprendizaje: dos campos de investigación en educación en ciencias

Fidel Antonio Cárdenas Salgado
Universidad Pedagógica Nacional

Hablar en la actualidad de educación en ciencias en la Universidad Pedagógica Nacional y en el país, sin lugar a duda es más complejo y amplio que hace 15 o 20 años, cuando esta expresión comenzó a usarse en el programa de Maestría en Docencia de la Química y la formación doctoral en la Universidad. La afirmación anterior encuentra aún más fuerza si se tiene en cuenta que hoy la cultura académica de postgrado y particularmente doctoral en esta Institución, no solamente se encuentra ya cimentada sino también diversificada, evidencia de lo anterior es la presencia de cinco énfasis de formación doctoral que acompañan la de Educación en Ciencias.

Por procesos semejantes al desarrollo local de la formación en posgrado, es posible afirmar que las líneas de investigación que hoy se desarrollan en la educación en ciencias también se han ampliado,

diversificado y, seguramente, esto continuara para el progreso en el país de una cultura de la educación en ciencias (Hernández, 2001).

El reconocimiento de las dos perspectivas, la ampliación y la diversificación de las líneas de investigación, marca la delimitación de la evaluación y las dificultades de aprendizaje como elementos centrales en esta sesión de la cátedra doctoral. Su origen y su evolución local no son argumentos suficientes para justificar por qué estas dos y no otras líneas de investigación de la misma época y de los mismos escenarios; como podría haber sido el caso de las líneas “problemas relacionados con acciones de maestros: creencias Roles y contextos en la enseñanza”, “el aprendizaje de las ciencias: problemas relacionados con el aprendizaje de conceptos” o “resolución de problemas y enseñanza de las ciencias”. En relación con las líneas mencionadas, puede decirse que cada una ameritaría la escritura de un texto completo para desarrollar e incluir sus desarrollos a nivel nacional e internacional; sin embargo, por razones de tiempo y extensión no sería posible hacerlo en una sesión de cátedra doctoral como esta. La razón de la selección de la línea de investigación en “evaluación y las dificultades de aprendizaje” es para hacer un mayor énfasis en la investigación adelantada por el autor, inicialmente sobre la evaluación y, posteriormente, a las dificultades de aprendizaje de los conceptos científicos.

Dicho esto, conviene perfilar algunas orientaciones a seguir para el desarrollo de este texto, no sin aclarar que no se pretende subyugar la importancia o expresar la dominancia de la primera sobre la segunda, sino de una aproximación meramente metodológica y de establecer un punto de partida.

Así, se presentará, primero, una aproximación a la evaluación y la forma como sus diferentes acepciones se han reflejado en la educación en ciencias, particularmente en el aula; segundo, se presentan las dificultades de aprendizaje y algunas de sus relaciones con la evaluación; por último, el texto se cierra con algunos comentarios generales, no sin antes mencionar que las prácticas evaluativas, en muchos casos, se pueden convertir en una fuente de dificultades de aprendizaje. Esta última situación es contraria a una de las funciones centrales de la evaluación, la cual es servir de apoyo al aprendizaje y al progreso de los estudiantes, de los sistemas educativos y como fundamento mismo del aprendizaje (Sacristán y Pérez, 1999;

ASE, 1985; Jurado, 2009; Sánchez *et al.*, 1996). Además, el texto resalta el potencial de la evaluación como un escenario para la identificación de dificultades de aprendizaje en general y de los conceptos de la química en particular.

ALGUNAS IDEAS SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LA NOCIÓN DE EVALUACIÓN

Partiendo de los aportes de autores como Guba y Lincoln (1989), Sacristán y Pérez (1999) y demás teóricos e investigadores de la experiencia educativa, los comienzos del tratamiento de este tema, se remontan a las culturas chinas (Guba y Lincoln, 1989; Sacristán y Pérez, 1999). En ese contextos aparecieron preguntas relativas a las cualidades y características que debían poseer quienes, al ser miembros de la sociedad, quisieran ser representantes de los sectores populares, ante ciertas organizaciones o corporaciones del orden administrativo gubernamental. Estas inquietudes implícitamente marcan los orígenes de la evaluación como fundamento de la toma de decisiones mediante la recolección de datos libres de presión por parte de agentes de la burocracia imperante (Forrest, 1990, citado en Sacristán y Pérez, 1999, cap. X).

Tiempo después en Occidente, concretamente en Estados Unidos de Norteamérica a finales de 1800, se vislumbran perspectivas sobre la evaluación en el campo educativo y, puntualmente, en la enseñanza del idioma inglés en el aprendizaje de la ortografía (Rice, 1897, citado en Guba y Lincoln, 1989) a partir de preguntas como: ¿será que aquellas personas a quienes se dirigen los programas y recursos para que aprendan correctamente la lengua inglesa lo están haciendo? Es decir, ¿las personas objeto de la enseñanza del inglés están aprendiendo aquello que se les está enseñando? A partir de estas preocupaciones y preguntas, el tema se abrió camino en un ambiente caracterizado por el cruce de intereses económicos, políticos y académicos, que incluso hoy acompañan virtualmente a todo proceso de evaluación. Para comienzos de 1900 aparecen los primeros intentos de realizar pruebas de cobertura con fines de clasificar personas. Así, comienza la búsqueda de evidencias objetivas como meta de la evaluación para tomar decisiones. Las riendas de esta actividad son asumidas por las pruebas escritas, las cuales harían abandonar, por no decir abolir, la práctica de las pruebas orales, presentes en los

procesos de evaluación por muchos siglos, por ejemplo la *disputatio* en la Edad Media (Edad Media, 2010).

Se trataba entonces de los comienzos de la medición de los procesos mentales del ser humano mediante pruebas escritas. Estas, inicialmente, condujeron a los test de coeficiente intelectual y luego, en los albores de Primera Guerra Mundial, al llamado test alfa.¹ En realidad estas pruebas, por una parte, mostraron la estrecha relación construida desde tiempos atrás entre la evaluación y los desarrollos de la psicología; por otro lado, heredaron para la educación la idea de clasificar grandes cantidades de personas mediante una prueba escrita. En efecto, para comienzos de 1900 aparece en la literatura la expresión *psychological testing*, que puede traducirse como ‘evaluación psicológica’, junto a ella los todavía denominados test psicológicos y las evaluaciones estandarizadas. Así, las pruebas estándar, usadas hoy para evaluaciones interna y externa,² tienen su origen en aquellos test y sus raíces se extienden hasta los comienzos de la psicología (Shavelson, 2007).

Estas aproximaciones eran impulsadas por la idea del británico J. S. Mill (1842), según la cual las ciencias sociales acelerarían su progreso si seguían las metodologías de las ciencias naturales, junto con la perspectiva de una administración científica de la industria y los negocios, en furor durante la segunda década del siglo xx. De este modo, facilitaron la llegada de la administración científica de los procesos educativos y su desarrollo en las aulas. Pronto las pruebas estandarizadas se instalaron en las instituciones escolares, donde encontraron terreno fértil para su aplicación, especialización y diversificación. Hasta el punto en que, según Guba y Lincoln (1989), son consideradas instrumentos propios de la primera generación de evaluación, basada en la idea de cuantificar los resultados del aprendizaje. Bajo esta generación, la noción de evaluación es sinónimo de medición, evaluar es medir; claramente, esta porta las limitaciones

1. Los test alfa y beta contruidos por Yerkes y su grupo de sicólogos a comienzos de la Primera Guerra Mundial, en Estados Unidos, fueron dos versiones de test de inteligencia aplicados a soldados y aspirantes a oficiales hacia 1917. Con la aplicación de la versión alfa se encontró que un alto porcentaje de los soldados no sabían leer ni escribir, fue entonces cuando se desarrolló la versión beta, adecuada para ser aplicada al personal analfabeta.

2. La expresión evaluación externa hace referencia a pruebas como las Saber Pro, que son aplicadas por entidades fuera de la institución escolar, mientras que la evaluación interna se relaciona con los procesos al interior de una institución educativa para establecer el progreso de los estudiantes con referencia al aprendizaje.

propias de los procesos de evaluación como la incertidumbre, precisión, validez y confiabilidad. Es de anotar que tales limitaciones están más acentuadas en esta generación de evaluaciones, en comparación con las mediciones de magnitudes físicas, accesibles a la percepción sensorial humana, ya que se trata de “medir” potencialidades y procesos asociados a la dimensión cognitiva del ser humano, a la cual solo se puede incursionar de manera proyectiva mediante indicadores indirectos. El lector interesado en descripciones más profundas de los temas antes mencionados puede acudir a escritos más detallados como: Shavelson, (2007) y Mill, (1842).

Tras señalar la noción de evaluación como medición en la cotidianidad educativa y los contextos del aula, la investigación sobre sus prácticas no solo se especializa y perfecciona, sino que incluye otros aspectos del aula como el contexto, las diferencias individuales y otros factores que influyen en el establecimiento de las relaciones entre los niños, los jóvenes y los adultos, no meramente con el conocimiento, sino con todos los procesos educativos a nivel individual y social.

Gran parte de estos desarrollos se deben a los aportes derivados de estudio adelantado por R. Taylor y sus colaboradores entre 1930 y 1942, con un consorcio de 30 escuelas en los Estados Unidos (Toaquiza, 2020; ASCD, 1971; Cohen *et al.*, 1996). Este estudio, hoy clasificable como una investigación de cohorte, por una parte, marcó el comienzo de la segunda generación de evaluación, caracterizada por la descripción; y por otro lado, originó la evaluación de proceso, también llamada evaluación formativa, en la cual la medición era solo una parte. La noción de evaluación incluye un carácter técnico al realizarse con pruebas estandarizadas y un carácter descriptivo sobre los factores que influyen en el aprendizaje y en el desempeño académico de los escolares. Esta generación de evaluación se desarrolla de manera casi paralela con los trabajos de Gagné (1977) y Bloom *et al.* (1971) acerca de sus objetivos. La evaluación en esta generación se realizaba con objetivos trazados y definidos claramente para una actividad de enseñanza escolar cuidadosamente planificada y acorde con la taxonomía de los objetivos del autor mencionado (Gagné, 1977; Bloom *et al.*, 1971). En coherencia con los desarrollos de Guba y Lincoln (1989), esta generación de evaluación se podría llamar evaluación por objetivos.

La evaluación se aproximó a los albores de la Segunda Guerra Mundial y la posterior conquista espacial como una sonda espacial que avanza en el tiempo hacia un objetivo cada vez más delimitado teóricamente, pero cargada de incertidumbre en la práctica. Esta deja una estela de los acontecimientos que la originan, pero lleva consigo aquellos que la identifican y caracterizan. En los Estados Unidos, la evaluación se caracterizó en esos tiempos como un juicio, los docentes adoptaron el rol de jueces del progreso de sus estudiantes. La evaluación como juicio es la tercera generación de la evaluación, mencionada por Guba y Lincoln (1989). Para fortuna de la educación, esta connotación fue poco aceptada y menos practicada por el cuerpo docente, con justa razón estos se preguntaban si eran jueces ¿cuál es el baremo frente el cual juzgamos?

Para el caso de América Latina y el Caribe, esta perspectiva de evaluación fue menos conocida y practicada, a diferencia de la evaluación como medición y descripción, las cuales aún persisten en gran parte en nuestro continente (Cárdenas, 2005).

A lo largo de la literatura se devela una noción de evaluación como unos juicios de valor acerca del desempeño de los estudiantes, los cuales se dan a partir de los datos provenientes de la aplicación de instrumentos y pruebas, junto a los elementos descriptivos, obtenidos por el docente a partir de otras vías de recolección de información sobre el progreso académico de sus alumnos y de sus aprendizajes.

Tras los horrores de la Segunda Guerra Mundial, en alguna medida, se detuvo el impulso que venía acompañando la investigación en educación, en general, y la educación en ciencias, en particular. El lanzamiento al espacio del Sputnik, por la entonces Unión Soviética, reorientó la atención de la investigación en general y, con esto, la enseñanza de las ciencias naturales en los Estados Unidos y Europa, particularmente en el Reino Unido. En este período florecen los llamados proyectos alfabeto, los cuales enfatizaron la enseñanza del método científico en las escuelas al dar prioridad a la enseñanza de los conceptos como tales. El énfasis, durante este período, fue la valoración de los procesos mediante los cuales se produce la ciencia, más concretamente del llamado método científico.

Ya para finales del siglo xx y al tiempo que aparecían las ideas constructivistas del conocimiento y del aprendizaje, hacen presencia otras aproximaciones de la concepción de evaluación en los escenarios

educativos, entre ellas la denominada “responsive evaluation”, evaluación sensible a los contextos, o evaluación de cuarta generación, como la denominaron sus proponentes (Guba y Lincoln, 1989). Esta perspectiva propone ante las críticas y las limitaciones identificadas para las tres generaciones anteriores. Evidentemente, la investigación encontró un exagerado apoyo en la perspectiva científica y, fundamentalmente, la ausencia de consideración sobre elementos esenciales que acompañan a todo proceso evaluativo, como los aspectos morales y de responsabilidad social, relacionados a las consecuencias de la evaluación sobre las personas y de las decisiones y políticas educativas formuladas a la luz de tales resultados. En el contexto de esta cuarta generación de evaluación, se tiene mayor claridad sobre cómo esta y sus consecuencias trascienden los límites de la calificación o apreciación de los logros de la educación y se extiende a otras dimensiones del ser humano, más allá de la dimensión cognitiva. Sin embargo, algunas prácticas de medición aún persisten en los contextos escolares y se dirigen a la evaluación de logros, competencias y habilidades referidas a estándares.

Como se puede ver, en ninguna de las tres primeras generaciones se menciona, por ejemplo, la responsabilidad moral del docente en relación con los resultados del desempeño individual de los estudiantes, la repitencia o incluso la exclusión de los estudiantes que obtuvieron bajos resultados. La objetividad, como característica de la ciencia y de los instrumentos empleados para la recolección de los datos, daría cuenta de estas y otras preocupaciones que pudieran presentarse al respecto; de esta manera, cualquier responsabilidad de los evaluadores, frente a los resultados de una prueba o de su impacto individual y social, queda oscurecida por la inexpugnable trinchera de la objetividad y la naturaleza científica de las pruebas aplicadas.

La comunidad académica e investigativa comprometida con el tema de la evaluación ha presentado, en el medio colombiano y en América Latina, otras nociones de evaluación a partir de los hallazgos y cuestionamientos que, resultado de la investigación emergen continuamente; por una parte, para dar respuesta a esos interrogantes, por otra parte, con el objetivo de ofrecer mejores, más actualizadas, pero, fundamentalmente, más apropiadas acepciones de la evaluación en los últimos tiempos. Una de estas perspectivas es la denominada evaluación auténtica (EA), incrustada o evaluación

orientada al aprendizaje, esta quizá sea una concepción más amplia y profunda de la evaluación formativa (EF). De conformidad con la literatura, la EA parece tener mayor acogida, no solo en Asia donde tuvo su origen, como Hong Kong, sino también en España, Chile y, más recientemente, en Colombia (Padilla y Gil, 2008; Carless, 2009; Currículo Nacional, 2013; Ahumada, 2005; Cárdenas y Pastrana, 2016).

Esta connotación quiere dar a entender que la evaluación debe estar cada vez más en concordancia y cercanía con los procesos reales que se adelantan en las aulas de clase. Esta acentuada perspectiva quizá haga que, en muchos casos, los límites entre esta forma de evaluación y la tradicional EF se desvanezcan a medida que avanza el tiempo. Si bien la EA comparte con la EF el carácter formativo de los estudiantes, existen algunos matices que sin deslindarlas requieren de alguna precisión.

En primer lugar, la EF no carece de autenticidad cuando se realiza, pues de alguna manera su énfasis está puesto en el objetivo que persigue, la configuración de una calificación bien sea de naturaleza descriptiva o numérica, diferente del objetivo que orienta a la EA. Esta última forma de evaluación procura, más allá de la meta anterior, la promoción de una formación del pensamiento relacional y de utilidad para los sujetos, se centra más en la relación entre el docente y el estudiante, para que el primero apoye de manera eficiente y eficaz al segundo en su formación y aprendizaje a partir del *feedback* o diálogo permanente y constructivo (Norton, 2009).

En segundo lugar, la EF, por no mencionar toda forma de evaluación, por tradición y por cultura en nuestro contexto, está más asociada con la determinación del grado de conocimiento declarativo que alcanzan los sujetos, mientras que la EA está más ligada al conocimiento funcional³ y al desarrollo del pensamiento autónomo (Cárdenas, 2012).

En tercer lugar, la EF, en el aula, olvida al individuo a la hora de analizar los resultados de sus progresos para dar atención a todo

3. El conocimiento declarativo es aquel que el docente declara ante sus estudiantes como sabido, mientras que el conocimiento funcional, es aquel que trasciende el conocimiento declarativo y sirve a quien lo posee para ejercer control sobre sí mismo y sobre el medio que lo rodea.

el curso;⁴ sin descuidar este aspecto, la EA aboga más por el diálogo constructivo entre el docente y cada uno de los participantes en la clase. La EA está más interesada en el mejoramiento del aprendizaje y el desarrollo del pensamiento de los participantes con base en diálogo individual, puntual y oportuno sobre los acontecimientos del día a día en el aula de clase y fuera de ella en el contexto donde se encuentre el individuo, en otras palabras, la EA aboga por que la evaluación sea un instrumento de aprendizaje. Así lo plantea una de las líneas de investigación actuales del grupo de investigación Didáctica y sus ciencias, del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional.

Ausubel *et al.* (2009) expone una visión reconciliadora al mostrar que la noción de evaluación ha evolucionado y se ha ampliado a medida que pasa el tiempo. En efecto, ha pasado de: “medición igual a evaluación” a “evaluación igual dialogo constructivo con cada estudiante”. Vale decir que la evaluación es igual a un instrumento de aprendizaje que incluye la descripción de los aspectos asociados al rendimiento académico de los estudiantes, la emisión de juicios de valor por parte de los docentes y la sensibilidad de los contextos; sin embargo, ha mantenido su asociación a la medición y la calificación, principalmente en nuestro contexto a nivel de la evaluación interna y en las llamadas evaluaciones de cobertura.

Desde luego que cada una de las nociones presentadas clama por objetivos, procedimientos e instrumentos coherentes. La medición se asocia con los procesos de recolección de información mediante la aplicación de pruebas estandarizadas y, por tanto, construidas técnica y científicamente para cuantificar lo aprendido por un estudiante. La descripción comparte la naturaleza técnica anterior sumado a los factores que afectan el rendimiento académico para, así, decidir y explicar los resultados de los procesos de enseñanza y su influencia en el aprendizaje. Por otra parte, la emisión de juicios por parte de los docentes supone la recolección de información válida y confiable junto con los factores asociados a su formulación y pronunciamiento. Por último, la evaluación sensible indaga por un conocimiento claro y preciso de los problemas que preocupan a los actores en el escenario educativo, estudiantes, padres de familia, gobierno, autoridades

4. Desafortunadamente en algunos casos esta evaluación se asimila con los procesos de suma de varias notas para obtener un puntaje final para un estudiante.

educativas locales y gubernamentales; quizá por su naturaleza compleja, esta aproximación ha inspirado más caminos de evaluación curricular y de algunos campos de la formación profesional, como la Medicina y los estudios de Género (Ligero *et al.*, 2014).

Así mismo, la EA se asocia a todos aquellos procesos e instrumentos de recolección de datos que el docente, en un momento dado, considera apropiados y necesarios para establecer el estado de avance de un estudiante; a partir de estos propone con él nuevos horizontes de progreso y definen las acciones de apoyo que se consideren necesarias y pertinentes para avanzar en esa dirección.

Dicho esto, conviene tratar algunas ideas para relacionar e ilustrar sus aplicaciones al campo de la educación en Química; no obstante, se aclara que en los contextos educativos no solo se evalúan los conocimientos construidos por los estudiantes, sino que la evaluación cubre los cinco elementos de una experiencia educativa formal (Novak, 1998). Sin embargo, por razones propias al objetivo de esta cátedra, se ha limitado su tratamiento y referencia particularmente a la evaluación del aprendizaje y del aprendizaje de los conceptos científicos más concretamente.

LAS CONCEPCIONES DE EVALUACIÓN Y LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS

Son diversas las relaciones posibles y analizables entre las acepciones de evaluación y la educación en ciencias; bien podrían ser relaciones conceptuales, de práctica docente, de formación de profesores, de evaluación curricular o de transferencia y aplicación. Por el momento, se prosigue a tratar las relaciones de transferencia y aplicación.

Con relación a la medición y la evaluación de los aprendizajes, es preciso destacar el caso de los conceptos químicos, el cual se ha centrado básicamente en establecer si los estudiantes aprendieron o no los conceptos clasificatorios, comparativos y métricos, o, de otra manera, los asociaron a los currículos, inicialmente expresados en términos de contenidos, y luego a los estándares de competencia. En el contexto del Doctorado Interinstitucional en Educación bien pueden consultarse tesis como: *Dificultades de aprendizaje del concepto de disolución: un análisis crítico de su enseñanza y una propuesta de mejora* (Umbarila, 2014); *Conocimiento pedagógico del contenido y las concepciones de ciencia del docente: desempeño de los estudiantes en las Pruebas de*

Química Saber 11 en un grupo de instituciones seleccionadas estadísticamente (Toro, 2014); o *Una propuesta de evaluación de competencias en Química general* (Ladino, 2004).

Como complemento del carácter técnico y científico característico de la valoración de los aprendizajes como medición, la evaluación como descripción, teóricamente, debería decidir sobre el progreso de los estudiantes en el aprendizaje a partir de información relacionada con los contextos donde se adelantan las actividades docentes. La literatura muestra muy poca, por no decir ninguna, información o investigación al respecto, la cual pueda ilustrar esta aproximación. En realidad, más allá de la teoría, aún se observan evaluaciones a partir de pruebas estandarizadas para las llamadas pruebas de cobertura y la elaboración de buenos instrumentos de evaluación por los docentes según sus aproximaciones didácticas para evaluar el aprendizaje de los conceptos científicos.

Como ya se mencionó, la emisión de juicios sobre el rendimiento académico de los estudiantes no fue, por lo menos en Estados Unidos, muy generalizada y mucho menos en los contextos Latinoamericanos; sin embargo, una inspección detallada del tema y del uso de los resultados demuestra que toda evaluación está asociada, en última instancia, con la emisión de juicios o por lo menos con una decisión. Quizá puede variar el tipo de decisión emitida y eventualmente su validez y confiabilidad según el objeto sobre el cual se decida: el aprendizaje, el funcionamiento de un currículo, la aplicación de una norma o de una política, sobre todo cuando se trata de ámbitos más allá del aula.

En relación con la perspectiva de la evaluación sensible aplicada a la educación en ciencias, en el contexto colombiano, tal sensibilidad se ha tenido en cuenta más para el perfeccionamiento y ampliación de las pruebas estandarizadas de cobertura o de evaluación externa, antes que para la evaluación de los aprendizajes en la cotidianidad del aula, para una evaluación interna. En el ámbito internacional se observa una preferencia por su aplicación en los programas de Medicina y los Estudios de Género, particularmente en España.

En lo atinente a la EA, su incursión en el medio colombiano apenas comienza; es realmente poco lo que se puede resaltar, más allá de sus potencialidades como escenario de ampliación y puesta en funcionamiento a partir de lo que conocemos sobre la EF, en

especial, su énfasis en el dialogo permanente entre docentes y estudiantes como medio de mejoramiento conjunto. De una manera más concreta, para Norton (2009, p. 134) “se focaliza en el desarrollo de habilidades para el mundo real, en la construcción de respuestas creativas y en la integración de una variedad de habilidades en un proyecto más holístico”. Esta es una de las razones por las cuales se ha denominado evaluación orientada al aprendizaje (Carless, 2007 y 2009).

A manera de síntesis, las distintas acepciones de la evaluación y su traslado al campo de la educación en ciencias parecen indicar que no han penetrado en ese campo más allá de los procesos de recolección de datos, fundamentados en instrumentos válidos y confiables para establecer el grado de aprendizaje de los conceptos científicos por los estudiantes. Esto sin desconocer los ingentes esfuerzos hechos desde lo académico como lo gubernamental por alcanzar la funcionalidad del conocimiento en ambientes contextualizados a partir de conceptos como competencias, capacidades o habilidades.

En el siguiente apartado se presentan algunas consideraciones sobre las dificultades de aprendizaje, particularmente de conceptos químicos.

SOBRE LAS DIFICULTADES DE APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS CIENTÍFICOS

En coherencia con los planteamientos de López (2014) y Suárez (1995) la expresión “dificultades de aprendizaje” no solo cuenta con una larga historia, sino que ha crecido ligada e, incluso, comparable a la noción de “necesidades educativas especiales”. Sus orígenes están en la medicina, donde poco a poco se ha trasladado a los contextos educativos en general y al aprendizaje de conceptos químicos en particular. Esto, en un principio, desde los ambientes educativos británicos donde “[...] un niño tiene necesidades de educación especial si tiene una dificultad de aprendizaje que amerita se haga para él una provisión educativa especial” y tiene una “[...] dificultad de aprendizaje si presenta una dificultad significativamente mayor para aprender que los niños de su edad” (Education Act 1996).

El razonamiento de López (2014) y Suárez (1995), luego de considerar lo polémico de la expresión “dificultades de aprendizaje”, llega a una concepción de esta en dos sentidos, uno amplio y otro

restringido. En el primer sentido las dos expresiones “necesidades educativas especiales” y “dificultes de aprendizaje” son sinónimos; mientras que el segundo sentido relaciona la expresión como un derivado de la expresión “learning disabilities” de la literatura norteamericana, traducido mayoritariamente como “dificultades de aprendizaje escolar”. En este texto se asume este significado, más acotado por Kempa (1991) en el sentido de un docente no solamente puede, sino debe tener alguna incidencia en las dificultades de aprendizaje en el aula.

Siguiendo a Kempa (1991), un estudiante presenta una dificultad de aprendizaje cuando no alcanza con éxito el desarrollo de una tarea o actividad de aprendizaje debido a uno o más de los siguientes factores: carencia o poca adecuación de los conocimientos previos, carencia o inadecuación de las estrategias suficientes para el procesamiento de información, dificultades derivadas del lenguaje o incoherencia entre los estilos de enseñanza y los estilos de aprendizaje. Estas dificultades pueden categorizarse también como dificultades de aprendizaje internas al sujeto y dificultades externas al mismo; esta categorización permite considerar otros factores como fuentes de dificultades de aprendizaje en un momento dado, por ejemplo, la falta de voluntad para aprender o las dificultades asociadas a la naturaleza del objeto de estudio, de la disciplina.

Así, con base en la investigación en dificultades de aprendizaje de conceptos, se pueden presentar varias líneas desde las cuales se han abordado: las desarrolladas bajo el paradigma del procesamiento de información; el movimiento de concepciones alternativas con sus diferentes matices; las derivadas del lenguaje; las inconsistencias entre el estilo de enseñanza del docente y los estilos de aprendizaje de los estudiantes.

A partir de una aproximación didáctica antes que una taxonomía de cada dificultad, en este texto se presenta una descripción somera de estas agrupaciones investigativas, no sin antes invitar a los lectores interesados a profundizar en ellas.

La aproximación al tratamiento investigativo de las dificultades de aprendizaje desde la teoría del procesamiento de información se fundamenta en la analogía del funcionamiento del cerebro humano como un computador y en las limitaciones del hombre como especie en el procesamiento de información. Acotada por el “número

mágico” de Miller (1956), esta teoría parte de la existencia evolutiva en el cerebro de los seres humanos de un parámetro M , o memoria de trabajo; este parámetro sería responsable de los procesos de retención y procesamiento de información requeridos para enfrentar una tarea o problema de aprendizaje. La dificultad de aprendizaje radica en que un sujeto no tiene las estrategias de procesamiento de información adecuadas o, si las tiene, no son suficientes o pertinentes, por lo tanto, no logra alcanzar los resultados con la eficacia que se requiere.

Así, para estos autores la didáctica tendría como punto de partida apoyar a los estudiantes para que aprendan, adecúen o desarrollen estrategias de procesamiento de información suficientes en variedad y potencia, además de ser adecuadas a su capacidad para procesar y operar la información que les permita alcanzar con éxito el desarrollo de las tareas de aprendizaje. Sumado a esto, el docente debe ser prudente en la cantidad y velocidad en que provee información a sus estudiantes a fin de no saturar su memoria de trabajo (Johnstone, 2006). En esta publicación el lector encuentra una buena síntesis del trabajo realizado al respecto y buena parte de la bibliografía requerida para adelantar su investigación sobre esta.

El movimiento de concepciones alternativas, liderado en un inicio por Roselin Driver en la Universidad de Leeds, bajo el proyecto de aprendizaje de las ciencias para los niños, se apoya en investigaciones que muestran cómo las concepciones con las cuales los niños llegan a la escuela son duraderas y resistentes a ser modificadas. Las dificultades de aprendizaje aparecen cuando los conocimientos que tiene el niño no son adecuados o pertinentes para que establezca relaciones significativas con lo que debe aprender en el aula. Desde este punto de vista, una vez identificadas esas concepciones, el docente debe proponer y desarrollar con los niños estrategias para apoyarlos, de tal manera que abandonen dichas concepciones y opten por explicaciones cercanas a las explicaciones científicas; en otras palabras, la didáctica debe ubicar en la mente del aprendiz buenos organizadores previos o proveer los adecuados para que, a partir de allí, establezca relaciones significativas con las cuales aprender (Ausubel *et al.*, 2009; Cárdenas, 2006; Cárdenas y Marín, 2011).

En relación con las dificultades de aprendizaje derivadas del lenguaje, es pertinente resaltar que un estudiante puede dificultársele el aprendizaje de conceptos químicos debido al lenguaje técnico o

elaborado que usa el docente para enseñar los contenidos, mientras que el estudiante, sobre todo en las primeras etapas de familiarización con los conceptos científicos, aún no logra asignar a esos códigos elaborados el significado preciso que requiere una teoría o una expresión matemática. Desde el punto de vista didáctico, es necesario que el docente establezca si las dificultades están o no asociadas con conceptos clasificatorios, comparativos o métricos a fin de proyectar las acciones adecuadas según los estilos de aprendizaje y las necesidades de los estudiantes (Umbarila, 2014).

En esta línea sobre las incoherencias entre los estilos de enseñanza y los estilos de aprendizaje, es pertinente destacar que la investigación, tanto en el campo del aprendizaje como en el campo de la docencia, ha logrado establecer la autoridad formal como un estilo de enseñanza, en el cual el docente encarna y expresa en el aula esa autoridad. En muchos casos este estilo se asocia a la didáctica tradicional; también se conocen estilos de enseñanza más democráticos caracterizados por una aproximación a la docencia más participativa, los cuales incluyen el involucramiento activo de los estudiantes en el aula.

Desde el punto de vista de los estilos de aprendizaje, es bien conocido que existen estudiantes con una marcada tendencia a aprender de manera autónoma y, por tanto, necesitan poco o menos apoyo de parte de los docentes, ellos tienen capacidad para producir mejores resultados de aprendizaje cuando se les permite trabajar solos. Existen también estudiantes que prefieren trabajar en grupos, son los llamados estudiantes sociables, y cuando se les permite hacerlo sus resultados son altamente satisfactorios. Las dificultades de aprendizaje en estos casos se presentan cuando el estilo de enseñanza del docente no es consistente con el estilo de aprendizaje; así, un estudiante sociable tendría poca afinidad con un docente cuyo estilo de enseñanza encarna la autoridad y limita o peor elimina toda posibilidad de trabajo grupal; de manera similar, un estudiante autónomo eventualmente encontrará poco atractivo para él un estilo de enseñanza de autoridad formal (ver, por ejemplo, Oviedo *et al.*, 2010).

Los límites entre las dificultades de aprendizaje planteadas han de verse de manera didáctica antes que de naturaleza absoluta; por esto, en la interface de todas ellas aparecen otras que pueden ser explicadas desde una o varias combinaciones de los factores descritos.

En esta dirección, queda por escribir sobre la evaluación misma como una fuente de dificultades de aprendizaje. Como todo docente seguramente ha percibido, no son pocos los casos en los cuales los niños e incluso los adultos presentan dificultades para mostrar su rendimiento académico en una prueba.

La siguiente entrevista con una docente que se desempeña en el nivel de secundaria y en el universitario ilustra esta situación:

Autor: ¿considera usted que la evaluación como tal puede ser una fuente de dificultades de aprendizaje?

Docente: “claro que sí”.

Autor: ¿en qué casos?

Docente: “podría citarse muchos, pero estos son algunos: La formulación de la(s) pregunta (s) como tales no siempre quedan bien formuladas e inducen errores conceptuales. Cuando todas las preguntas son de alta demanda (muy difíciles); el estudiante se desmotiva y puede perder la voluntad de aprender. No todos los niños o jóvenes tienen la misma capacidad para expresarse por escrito. (comunicación personal, 2017)

Muchas reflexiones suscitan las respuestas del diálogo anterior, sin embargo, comentemos la última respuesta de la docente. El hecho de que, en muchos casos, la evaluación se realice a partir de pruebas escritas se limita a una sola forma de procurar lo aprendido por el estudiante marcando una alternativa de respuesta. Esta dificultad de aprendizaje asociada con la capacidad de expresión escrita, se deriva de la generación de una cultura o una forma de pensar del estudiante, en el sentido de que la respuesta en una evaluación de esta clase casi siempre tiene la misma posición para que los estudiantes identifiquen la opción de respuesta correcta, por ejemplo, la opción A. Esta situación es muy común en las evaluaciones realizadas en línea con aplicaciones como Schoology.

Esta forma de pensar sumada a la incoherencia entre la perspectiva con la que el docente concibe la evaluación y la perspectiva con la cual el estudiante la observa son dos factores que condicionan no solo el rendimiento en el aprendizaje, sino también los temas que el estudiante prepara y sus relaciones con el conocimiento. Mientras el docente mira la evaluación como un proceso teleológico y de formación de largo alcance para la vida del estudiante y del futuro

ciudadano, el estudiante la mira a corto plazo y su meta es pasar la materia, obtener la nota o concepto mínimo de aprobación.

De esta manera, la carencia de éxito en las tareas de aprendizaje en el aula encuentra respuesta en la meta de corto plazo que tienen los estudiantes al momento de presentar la evaluación. De hecho, este tipo de dificultades de aprendizaje son aparentes y tienen poco que ver con factores internos al sujeto. Las relaciones entre la evaluación y los resultados de aprendizaje y la formación para la vida profesional de los seres humanos son un tema de alta importancia y análisis al interior del alineamiento constructivo (Biggs y Tang, 2011), los lectores interesados pueden adentrarse en el mismo a través de la literatura ya citada.

LA EVALUACIÓN COMO ESCENARIO DE IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE DIFICULTADES DE APRENDIZAJE

Independientemente de la noción de evaluación que se trate y de los instrumentos aplicados, formas y demás procesos usados para recolectar información, bien sea con fines de evaluación externa o de evaluación interna, estos resultados permiten leer sus dificultades de aprendizaje y son escenarios que reflejan tales dificultades.

La idea de leer críticamente las dificultades de aprendizaje de los estudiantes bajo una denominación amplia —dificultades de aprendizaje vistas a través de los ojos de los estudiantes— abre una amplia gama de posibilidades de investigación en el campo de la educación en ciencias. Sin embargo, no todos los productos de un estudiante en clase reflejan a primera vista dificultades de aprendizaje, pues seguramente algunos muestran mayores dificultades en un grupo que en otro.

En la dirección anterior, las notas de clase que los docentes solicitan a sus estudiantes, como parte de la recolección de información para la evaluación interna, son un mecanismo con el cual él puede identificar las dificultades asociadas con ideas alternativas, con el lenguaje u otras relativas a la naturaleza propia de la química, tales como, conocimientos incompletos o errores conceptuales (Eylon, 1988). Con estas también se pueden identificar percepciones acerca del estilo de enseñanza del docente o las posibles confusiones entre los conceptos propios del macromundo y el mundo de la abstracción

a nivel de átomos y moléculas. El conocimiento pedagógico disciplinar específico (ДПК) (Berthiaum, 2009) en continua reflexión por el docente constituye una luz de la razón para esta identificación y caracterización.

Si bien cada uno de los instrumentos, formas y procesos de recolección de información para la evaluación reflejan dificultades de aprendizaje, estas son más perceptibles desde la EA gracias a su carácter inserto en la cotidianidad del aula y en el diálogo pertinente y oportuno del docente con sus estudiantes.

A partir del diálogo intencionado y oportuno, bien sea con los participantes de un curso, con los padres de familia o uno de los integrantes de la comunidad educativa, un docente atento puede identificar, por ejemplo, la dificultad que presenta un estudiante para el aprendizaje de la química a causa de una escasa identificación con el estilo de enseñanza de su docente. No son pocas las ocasiones en las cuales entre estudiantes se oyen comentarios como “es que no me gusta asistir a clase porque allí solo se da la lectura de lo que dice el libro”, una interpretación de este tipo de expresiones podría indicar la poca coherencia entre el estilo de aprendizaje de aquel estudiante y el estilo de enseñanza de su docente.

CONSIDERACIONES FINALES

Sin ninguna duda y como acontece con temas tan amplios e importante en el campo de la educación, muchos aspectos relativos a la evaluación se han escapado de las páginas anteriores. Los lectores interesados en el tema están invitados a la consulta y lectura de las fuentes bibliográficas citadas para precisar muchos conceptos, para el tratamiento de otros y para la ampliación de los tópicos tratados aquí. Así mismo, pueden consultar fuentes más especializadas en el campo de la educación en ciencias como: Kempa (1986); Lawrenz (2007); Britton y Schneider (2008) y Bell (2008).

No quisiera cerrar este escrito sin antes destacar algunas ideas generales resultado de las páginas anteriores. Este artículo evidencia que el tema de la evaluación en general y de su aplicación a la enseñanza de las ciencias en particular ha sido y, seguramente, lo será por mucho tiempo, uno de los más importantes y dinámicos como escenario de investigación y como de método aplicado en el aula.

La afirmación anterior se fortalece al tener en cuenta los rápidos cambios ocurridos en esta materia en los últimos años en el país. Este acelerado proceso de cambio se percibe tanto a nivel de evaluación interna como externa. En lo que respecta a la evaluación interna se ha avanzado de evaluar meramente el aprendizaje de contenidos, a la evaluación de logros y de allí a la de competencias. Así mismo, a nivel de la evaluación externa se han visto avances en exámenes del Estado como el Saber y Saber Pro a nivel nacional y en evaluaciones de gran escala como las pruebas Teams, Pisa y otras (Jurado, 2009). De cualquier manera, las unas como las otras llevan en su interior aquello que, desde finales de los años ochenta, se ha llamado, para el caso de las ciencias naturales, una respuesta personal a ellas; en realidad, la presentación de pruebas es una respuesta personal al objeto de las mismas o al tipo de evaluación que se trate.

Los cambios apreciados en el campo de la evaluación no solo influyen en la forma como se realiza esta actividad dentro y fuera del aula, sino también su impacto se refleja en la formación permanente de los docentes en servicio. Esta actividad se ve cada vez más como un escenario de aprendizaje para los docentes y los estudiantes, con una tendencia hacia las evaluaciones referidas a criterio,⁵ esto conlleva una participación mayor de la escuela y de los docentes, con prioridad a las evaluaciones referidas a norma.⁶ No obstante, este último tipo de evaluación prevalece en las llamadas pruebas de escala o de amplia cobertura.

En lo referente a las dificultades de aprendizaje, es pertinente destacar que hoy la investigación en el campo de la educación en ciencias ha permitido un mayor conocimiento de estas, en comparación con hace treinta o casi cuarenta años; por lo menos, en lo que se aprecia en aquellos ambientes accesibles al docente y, dentro de los cuales, él pudo tener alguna acción para mejorarlas y apoyar a sus estudiantes.

5. En una evaluación según criterios “los resultados son comparados según un determinado criterio: lo que se considera debe saber hacer un estudiante, es decir, el dominio esperado” (Jurado, 2009, p. 36).

6. En una evaluación según norma, “[...] los resultados son interpretados realizando comparaciones sobre el rendimiento de cada estudiante respecto a los demás estudiantes del grupo” (Jurado, 2009, p. 36).

Para terminar, es importante resaltar que los productos de los estudiantes en el aula de clase, sean estos de naturaleza escrita o de naturaleza oral, son escenarios reales en los cuales un docente puede identificar las dificultades particulares de sus estudiantes y, porque no mencionarlo, encontrar problemas interesantes para solucionar a través de la investigación en el aula. Quizá no sea otra la razón por la cual la educación, tanto en el contexto nacional como en los escenarios internacionales, reclama hoy más que nunca una enseñanza de la investigación.

Así, se invita a todos los docentes, pero particularmente a los de ciencias naturales, a trabajar tanto la evaluación como en las dificultades de aprendizaje, a partir de entenderlas como escenarios de investigación, para hacer de su actividad una fuente continua de producción de conocimiento útil para sí mismos y para toda la comunidad académica.

REFERENCIAS

- Ahumada, A. P. (2005). La evaluación auténtica: Un sistema para la obtención de evidencias y vivencias de los aprendizajes. *Perspectiva Educacional*, 45(1), 11-24. <http://www.redalyc.org/pdf/3333/333329100002.pdf>
- ASCD. (1971). *The Eight Year Study*. http://www.ascd.org/ASCD/pdf/journals/ed_lead/el_197102_ritchie.pdf
- ASE. (1985). *The ASE, Science Teachers Handbook*. Hutchinson.
- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (2009). *Psicología Educativa, un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- Bell, B. (2008). Classroom Assessment of Science Learning. En K. S. Abell y N. G. Lederman (Ed.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 965-1006). Routledge.
- Berthiaume, D. (2009). Teaching in the Disciplines. En F. Heather, F. Kitteridge y S. Marshall (Eds.), *Handbook for Teaching and Learning in Higher Education: Enhancing Academic Practice* (pp 215-226). Routledge.
- Biggs, J. y Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University*. Open University Press. McGraw-Hill.
- Bloom, B. S., Hastings, J. T. y Madaus, G. (1971). *Evaluación del aprendizaje* (Vol.3). Troquel.

- Britton, E. D. y Schneider, A. S. (2008). Large-Scale Assessments in science Education. En K. S. Abell y N. G. Lederman (Ed.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1007-1040). Routledge.
- Cárdenas, F. (2005). *Un perfil de evaluación en un grupo de docentes universitarios*. VII Congreso Internacional Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Barcelona, España. <https://core.ac.uk/download/pdf/13303141.pdf>
- Cárdenas, F. (2012). Del conocimiento declarativo al conocimiento funcional: la necesidad de una transformación didáctica. *Actualidades Pedagógicas*, 1(60), 193-214. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1158&context=ap>
- Cárdenas, S (2006). Dificultades de aprendizaje en química: Caracterización y búsqueda de alternativas para superarlas. *Ciência & Educação*, 3(12), 333-346. <https://core.ac.uk/download/pdf/207335041.pdf>
- Cárdenas, F. y Pastrana, L. H. (2016). *Aprendizaje y evaluación auténtica. Experiencias y perspectivas de aplicación*. Kimpres.
- Cárdenas, S. y Marín, M. (2011). Valoración de los modelos más usados en la enseñanza de las ciencias basados en la analogía “el alumno como científico”. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), 035-046. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/24377>
- Carless, D. (2007). Learning-oriented assessment: conceptual bases and practical implications. *Innovations in Education and Teaching International*, 44(1), 57-66. <http://dx.doi.org/10.1080/14703290601081332>
- Carless, D. (2009). Learning-oriented Assessment: Principles, Practice and a Project. En L. H. Meyer, S. Davidson, H. Anderson, R. Fletcher, P. M. Johnston y M. Rees (Eds.), *Tertiary Assessment & Higher Education Student Outcomes: Policy, Practice & Research* (pp.79-90). Ako Aotearoa.
- Cohen, R. J., Swerdlik, M. E. y Phillips, S. M. (1996). *Psychological testing and assessment: An introduction to tests and measurement*. Mayfield Publishing Co.
- Currículo Nacional. (2013). La evaluación en Ciencias Naturales. *Unidad de Currículum y Evaluación*. <http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/w3-article-20952.html>

- Edad Media. (2010, 18 de mayo). Método escolástico. *Filosofía Institucional* [blog]. <http://filosofiainstitutional2010.blogspot.com.co/2010/05/metodo-escolastico.html>
- Education Act 1996 chapter 56. <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/1996/56/contents>
- Eylon, B. S. (1988). Towards a Typology of Learning Difficulties. En R. Kempa, R. Ben- Zvi, A. Hofstein, y I. Cohen (Eds.), *Learning difficulties in chemistry: Proceedings of a Bi-national UK-Israel Seminar* (pp. 33-50). Ministry of Science.
- Gagné, R. (1977). *Como se realiza a aprendisagem*. Livros técnicos e Científicos Editora.
- Guba, E. y Lincoln, Y. (1989). *Fourth Generation Evaluation*. Sage Publications.
- Hernández, C. A. (2001). Aproximación a un Estado del Arte de la Enseñanza de las Ciencias en Colombia. *Estados del Arte de la Investigación en Educación y Pedagogía en Colombia* (T. I). Colciencias.
- Johnstone, A. H. (2006). Chemical education research in Glasgow in perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 49-63. <https://doi.org/10.1039/B5RP90021B>
- Jurado, F. (2009). *Los sistemas nacionales de evaluación en América Latina ¿Impacto pedagógico u obediencia institucional?* Centro Editorial Universidad Nacional de Colombia.
- Kempa, R. (1986). *Assessment in Science*. Cambridge Science Education Series. Cambridge University Press.
- Kempa, R. F. (1991). Students' learning difficulties in science. Causes and possible remedies. *Enseñanza de las ciencias*, 9(2), 119-128. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=94528>
- Ladino, O. (2004). *Una propuesta de evaluación de competencias en química general* [tesis de doctorado]. Universidad Pedagógica Nacional.
- Lawrenz, F. (2007). Review of science education program evaluation. En K. S. Abell, y N. G. Lederman (Ed.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 943-963). Routledge.
- Ligero, L. J., Fajardo, J. E., Mormeneo, C. C. y Bustelo, R. M. (2014). *Diferentes aproximaciones para hacer una evaluación sensible al género y al enfoque basado en derechos humanos para el desarrollo*. AECID.

- López, M. M. (2014). La formación de los profesores y las dificultades de aprendizaje. *Revista nacional e internacional de educación inclusiva*, 7(2), 98-112. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4773184>
- Mill, J. S. (1842). *A system of Logic, Ratiocinative and Inductive*. Project Gutenberg. <https://www.gutenberg.org/ebooks/27942>
- Miller, G. (1956). The magical number seven plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81-97. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0043158>
- Norton, L. (2009). *Assessing Student Learning*. En F. Heather, F. Kitteridge y S. Marshall (Eds.), *Handbook for Teaching and Learning in Higher Education: Enhancing Academic Practice* (pp. 132-149). Routledge.
- Novak, J. (1998). *Learning Creating and Using Knowledge. Concept maps as facilitative tools in Schools and Corporations*. Routledge.
- Oviedo, P., Cárdenas, S., Zapata, P., Rendón, M. R. y Figueroa, L. (2010). Estilos de enseñanza y estilos de aprendizaje: implicaciones para la educación por ciclos. *Actualidades Pedagógicas*, 1(55), 31-43. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1064&context=ap>
- Padilla, M. y Gil, J. (2008). La evaluación orientada al aprendizaje en la educación superior: condiciones y estrategias para su aplicación en la docencia universitaria. *Revista Española de Pedagogía*, 56(41), 467-486. <https://revistadepedagogia.org/lxvi/no-241/la-evaluacion-orientada-al-aprendizaje-en-la-educacion-superior-condiciones-y-estrategias-para-su-a/101400010048/>
- Sacristán, J. y Pérez, G. (1999). *Comprender y transformar la enseñanza*. Ediciones Morata.
- Sánchez, A., Pérez, D. y Torregrosa, J. (1996). Evaluar no es calificar: La Evaluación y la calificación en una enseñanza constructivista de las Ciencias. *Investigación en la Escuela*, 30, 16-26. <https://doi.org/10.12795/IE.1996.i30.02>
- Shavelson, R. J. (2007). *A Brief History of Student Learning Assessment. How We Got Where We Are and a Proposal for Where to Go Next*. The Association of American Colleges and Universities.
- Soler, C. G. (2015). *Enfoques de enseñanza y enfoques de aprendizaje: posibles relaciones entre sí y con el logro académico de los estudiantes en*

- evaluaciones externas* [tesis de doctorado]. Universidad Pedagógica Nacional.
- Suárez, A. (1995). *Dificultades de aprendizaje. Un modelo de diagnóstico e intervención*. Grupo Santillana de Edición.
- Toaquiza, V. (2020). *Ralph Tyler, El padre de la evaluación educativa*. https://www.usfq.edu.ec/sites/default/files/2020-06/pea_013_0015.pdf
- Toro, B. J. (2014). *Conocimiento pedagógico del contenido y las concepciones de ciencia del docente: desempeño de los estudiantes en las pruebas de Química de Saber 11 en un grupo de instituciones seleccionadas estadísticamente* [tesis de doctorado]. Universidad Pedagógica Nacional.
- Umbarila, C. X. (2014). *Dificultades de aprendizaje del concepto de disolución: un análisis crítico de su enseñanza y una propuesta de mejora* [tesis de doctorado]. Universidad Pedagógica Nacional.

Aportes de los estudios sobre aprendizaje y cognición a la didáctica de las ciencias

Pedro Nel Zapata Castañeda
Universidad Pedagógica Nacional

Para muchos docentes, la psicología del aprendizaje y cognitiva resulta un campo de estudio e investigación complejo. Esta característica ha traído como consecuencia que muchos docentes tengan actitudes poco favorables hacia el estudio de diversos temas de gran importancia para la didáctica de las ciencias. Así, aunque la psicología del aprendizaje y cognitiva abarcan una gran diversidad de temas, lo cierto es que algunos de ellos no pueden desconocerse, pues su comprensión posibilitaría una mayor eficacia y eficiencia en los procesos de enseñanza y aprendizaje en el contexto escolar.

Se presenta entonces mi comprensión sobre los aportes de los estudios sobre el aprendizaje y la cognición al campo de la didáctica de las ciencias, los cuales considero pueden dividirse en cuatro grandes aspectos: el primero se refiere al aporte de los estudios sobre la inteligencia iniciados a comienzos del siglo xx, el segundo proviene

de los estudios sobre el aprendizaje, el tercero corresponde a los estudios sobre el desarrollo cognitivo y, finalmente, el cuarto aporte se desarrolla desde los estudios sobre las diferencias individuales centradas en los estilos cognitivos y de aprendizaje.

APORTE DE LOS ESTUDIOS SOBRE LA INTELIGENCIA HUMANA

¿Qué es la inteligencia?, ¿cuál es su origen?, ¿cómo se hallan relacionadas las distintas habilidades o aptitudes intelectuales?, ¿es posible evaluar la inteligencia? y ¿cómo se desarrolla la inteligencia? Estas son algunas de las principales preguntas formuladas a comienzos del siglo pasado para dar cuenta de uno de los rasgos, quizás, más distintivos de la especie humana. Algunas de estas preguntas fueron abordadas inicialmente desde el enfoque psicométrico de la inteligencia y la teoría del coeficiente intelectual. Los resultados de las investigaciones sobre la inteligencia mostraron aspectos relevantes como:

- Que la inteligencia puede definirse como una capacidad para resolver problemas y adaptarse al entorno.
- Que la inteligencia tiene un factor hereditario.
- Que la inteligencia está compuesta por diversas aptitudes o habilidades intelectuales relacionadas entre sí y que dicha relación puede ser representada a través de modelos de la estructura del intelecto.
- Que la inteligencia puede ser evaluada y es posible establecer una escala, el coeficiente intelectual, para diferenciar a los individuos en una población.
- Que, desde el nacimiento, la inteligencia inicia su desarrollo hasta la vida adulta y tiende a decaer durante la senectud.

Muchos profesores están en desacuerdo con una concepción de la inteligencia que establece diversas aptitudes intelectuales, las cuales pueden entenderse como procesos de razonamiento aislados y de poca relevancia para la didáctica de las disciplinas. Sin embargo, nada más alejado de la realidad, pues, por complejas o desactualizadas que parezcan las teorías sobre las aptitudes intelectuales, lo

cierto es que dichas aptitudes son necesarias para el adecuado desempeño de los estudiantes de todas las edades y en todas las tareas intelectuales.

Sobre este aspecto valdría la pena recordar la amplia variedad de investigaciones adelantadas en la segunda mitad del siglo xx, basadas en los denominados programas de intervención cognitiva, referenciados por Nickerson *et al.* (1987). Muchos de dichos programas mostraron su importancia para mejorar los desempeños de los estudiantes en diversos campos de conocimiento, entre ellos la didáctica de las ciencias. La tabla 1 muestra las características de algunos de los principales programas de intervención cognitiva.

Tabla 1. Principales programas de intervención cognitiva

Orientación del programa	Características y tipos de programas
Programas de entrenamiento en operaciones cognitivas	<p>Según Diez (1989) en estos programas se trata de entrenar a los sujetos en una serie de actividades o procesos cognitivos simples y básicos, tales como observar, recordar, seriar, clasificar, razonar inductiva y deductivamente, problemas sencillos, iniciación al lenguaje, entre otros.</p>
	<p>Entre estos programas se pueden citar el FIE (Enriquecimiento Instrumental) de Feuerstein (1980), el TA (Pensar sobre...) de la agencia de enseñanza por tv, el BASICS (Construcción y aplicación de estrategias para incrementar la competencia intelectual) de Ehrenberg y Sydelle (1980), y el proyecto de inteligencia de Harvard (1994).</p>
	<p>En este marco se sitúan también otros programas, tales como el PAR (Problemas, analogías y Relaciones) de Diez López (1988), el REID (Razonamiento Espacial, Inductivo y Deductivo) de Diez López y Román Pérez (1988) y el RESLET (Razonamiento, Educación de los Sentidos, Lenguaje y Espacio-Tiempo) en fase de experimentación, el RESLET (ciegos y deficientes sensoriales) en fase de experimentación.</p>
	<p>Suelen partir de una concepción polifacética de la inteligencia y tratan de elaborar una serie de componentes básicos de funcionamiento intelectual para entrenar en ellos. No obstante existen importantes diferencias en cuanto a los componentes intelectuales considerados fundamentales en cada programa.</p> <p>Resultan útiles para los alumnos menos dotados y deprivados socioculturalmente, que al ser entrenados en estrategias intelectuales simples mejoran su rendimiento intelectual y de una manera más amplia que los mejor dotados-</p>

Orientación del programa	Características y tipos de programas
Programas de entrenamiento en principios heurísticos para solucionar problemas	<p>Este tipo de programas es una consecuencia directa de las investigaciones contemporáneas sobre solución de problemas, creatividad y metacognición. Tratan de enseñar principios heurísticos que faciliten la solución de un problema dado, diseñando un plan de acción que pueda conducir a la solución adecuada. Ponen de manifiesto las diferencias en el modo de enfrentarse con los problemas, a nivel de representación y planificación, entre expertos y novatos. Se centran, sobre todo, en saber cómo hacer y descubrir, así, reglas o heurísticos de tipo general que puedan ser utilizados en situaciones diversas.</p> <p>Los principales programas son: el POPS (Patrones de solución de problemas) de Rubenstein (1980), el SHIMPS (Heurísticos para resolver problemas matemáticos) de Schoenfield (1980), el CORT (Asociación de investigación cognitiva) de De Bono (1983).</p>

Fuente: elaboración propia

Algunos de los programas de intervención cognitiva mostrados anteriormente pretendieron desarrollar diversas habilidades de pensamiento necesarias para el aprendizaje de cualquier disciplina y, particularmente, las denominadas ciencias de la naturaleza.

En suma, los aportes más importantes de la teoría factorial de la inteligencia propuesta por Thurstone (1938) y Guilford (1967a), tienen que ver con el hecho de haber propuesto una distinción de una variedad de procesos intelectuales, llamados también aptitudes, para dar cuenta de la diversidad de tareas de razonamiento de las que es capaz nuestro cerebro. Otro aporte fue demostrar que la inteligencia se desarrolla desde el nacimiento, depende de la edad y está influenciada por factores hereditarios y ambientales. Adicionalmente, al señalar la posibilidad de evaluar la inteligencia de las personas, la teoría factorialista permite comprender que cualquier proceso de razonamiento, por complejo que parezca, puede ser evaluado.

Ahora bien, en el aprendizaje de las ciencias y de cualquier disciplina, no pueden desconocerse los aportes producidos por los estudios sobre la inteligencia. A caso el balance de una reacción química, los cálculos estequiométricos y la resolución de ejercicios y problemas en cualquier disciplina ¿no requiere el dominio de un conjunto de capacidades o aptitudes intelectuales para su solución?

APORTES DE LOS ESTUDIOS SOBRE EL APRENDIZAJE HUMANO

Los estudios sobre el aprendizaje humano representan otra corriente o línea de investigación diferenciada de los estudios sobre la inteligencia. Son pocos los estudios que han relacionado la inteligencia con el aprendizaje humano. Los textos de muchos investigadores de la inteligencia desconocen el aprendizaje y viceversa. En mi opinión, la capacidad de aprender es un rasgo del pensamiento inteligente. Así mismo, la capacidad de aprender mejora la inteligencia de una persona.

Los estudios sobre el aprendizaje comenzaron a finales del siglo XIX a partir de los trabajos asociacionistas del aprendizaje. En este campo los aportes iniciales se dieron a partir de estudios llevados a cabo por Hull (1943) y Guthrie (1935), quienes plantearon el papel de los hábitos, los estímulos y la recompensa en el control de la conducta. De una u otra manera, para algunos, el asociacionismo conductista representó un intento por hacer de la psicología una disciplina experimental basada en el paradigma positivista. No obstante, más allá de esta discusión, lo cierto es que el asociacionismo conductista aportó a la comprensión de los principales procesos que gobiernan la conducta. Sin embargo, la versión mecanicista del asociacionismo decayó con la aparición de la versión cognitiva de la conducta a partir de autores como Tolman (1932) y Rother (1966). Como ha señalado Pozo (1989), el principal objetivo del asociacionismo conductista fue la explicación de la conducta observable, sin una clara representación de los procesos mentales.

El principal aporte del asociacionismo conductista al campo de la educación se debe a Skinner (1970), quien, contrariamente a lo que se cree, siempre consideró la escuela como una institución autoritaria y represiva. Este autor, en su clásico texto de 1970 titulado *The Technology of Teaching*, traducido como "Tecnología de la enseñanza", recoge los principales planteamientos sobre el conductismo y sus implicaciones para la enseñanza y la educación.

Al respecto, Skinner (1970) cuestiona el uso de métodos aver-sivos como estrategia para lograr que los alumnos se interesen por aprender.

En la segunda enseñanza y en la escuela primaria el patrón aversivo sigue vigente con el hoy casi universal sistema de “tareas y exámenes”, ni el maestro ni el profesor enseñan, sino que se limitan a hacer al estudiante responsable de su aprendizaje. El estudiante ha de leer libros, estudiar manuales, hacer experimentos y atender lecciones, y tiene que responder a su labor en el sentido de que, sino repite correctamente lo que ha visto, oído o leído, sufrirá consecuencias aversivas. [...] El examen, como serie que es de preguntas, produce ansiedades y pánicos, que son los rasgos característicos de los procesos de fuga y vagabundo. (p. 112)

Para Skinner (1970) la enseñanza programada es, ante todo, “un plan ideado para emplear con eficacia reforzadores, no solo en la configuración de nuevos tipos de comportamiento, sino en mantener el vigor de un comportamiento ya moldeado” (p. 163). Al aprender por el método de la enseñanza programada el estudiante sabe en todo momento su límite y lo que ha progresado; en cambio, al trabajar sobre un texto ordinario ha de esperar la valoración de sus logros por un examen o una prueba pendiente (Skinner, 1970, p. 164).

Según Skinner, al revisar ciertas características generales del acto de enseñar, particularmente sobre las materias más comunes en las instituciones educativas, es posible derivar las características más importantes de una buena enseñanza programada:

El primer paso en el planeamiento de una enseñanza es definir el comportamiento terminal o final. [...] Términos como adaptarse, encajar, sobrevivir, reconocer, entender, dar sentido, no son acciones. Esos términos no describen, por ejemplo, el comportamiento de un niño al leer. (Skinner, 1970, p. 201-202)

[...]

El segundo paso es disponer reforzamientos que vigoricen el comportamiento terminal. El simple aguardar a que el comportamiento se produzca de tal modo que puede ser reforzado es ineficiente y, de hecho, para muchas partes de un repertorio terminal, es completamente inútil. (Skinner, 1970, p. 208)

Al revisar los planteamientos de Skinner se encuentra, para mi sorpresa, una enorme similitud con las críticas hechas a la educación tradicional las cuales comparto junto a muchos profesores. Destaco también en Skinner (1970) su crítica al control aversivo, que

sigue vigente hoy en las aulas en todos los niveles y modalidades del sistema educativo, por la creencia en el castigo como motivación del aprendizaje. También es interesante el cuestionamiento de Skinner (1970) al activismo sin sentido en el aula y al uso excesivo de recursos, materiales y audiovisuales sin comprender cómo actúan en el aprendizaje del niño.

Por otra parte, las críticas planteadas a las tesis conductistas provienen precisamente de quienes con posterioridad sentaron las bases de la ciencia cognitiva. Al respecto, es evidente que los estudios realizados en la década de los años 50 sobre la memoria humana, el almacenamiento de información y la capacidad del ser humano para procesar información, entre muchos otros, no socavaron las tesis conductistas, sino la idea de que el aprendizaje humano pueda ser explicado solo en términos de asociaciones y comportamientos. Las críticas desde la versión cognitivista al conductismo tienen como punta de lanza los planteamientos formulados por Chomsky (1974) en su obra *Proceso contra Skinner*, en la cual, de manera muy sucinta, pone de presente el papel de los procesos cognitivos en el control del comportamiento.

Por otra parte, con la caída del programa de investigación asociacionista y el desarrollo del computador a mediados del siglo xx, las teorías del aprendizaje basadas en el modelo de procesamiento de información plantearon una nueva mirada a una diversidad de aspectos no tenidos en cuenta por el conductismo. Los estudios sobre la memoria icónica (Sperling, 1960), la memoria ecoica (Neisser, 1967), la capacidad de almacenamiento de información (Miller, 1956) y el modelo de almacenamiento de información en tres etapas (Atkinson y Shiffrin, 1971) ampliaron nuestra comprensión sobre las funciones del cerebro.

El nacimiento de la psicología cognitiva en los años 50 supuso un nuevo enfoque para el estudio de los procesos cognitivos. Por otra parte, aunque se ha cuestionado que el aprendizaje de muchas disciplinas sea de carácter declarativo, es decir, centrado en la memoria declarativa, lo cierto es que, hoy por hoy, ni siquiera un constructivista radical puede negar el papel de la memoria en los procesos de aprendizaje.

Por otra parte, los clásicos estudios sobre la memoria basados en el modelo de almacenamiento de información en tres etapas han

sido ampliados. Por ejemplo, Craik y Lockhart (1972) propusieron una teoría sobre los niveles de procesamiento que reciben los recuerdos. Según estos autores, un estímulo puede ser procesado a un nivel superficial, medio o muy profundo. Además, el nivel de procesamiento que recibe la información influye en su recuerdo posterior. De igual manera, los estudios sobre recodificación, codificación y asociación de eventos en la memoria a corto plazo muestran que estas funciones son procesos automáticos, muchas veces inconscientes, y que nuestros recuerdos están asociados temporalmente de forma lógica.

En este mismo contexto, los estudios sobre la memoria semántica y la formación de conceptos recogidos en las teorías sobre redes asociativas (Collins y Quillian, 1969) de tipo jerárquico o nodal, sentaron las bases para los estudios posteriores sobre aprendizaje de conceptos. Teorías como la de la propagación de la activación de Collins y Loftus (1975) establecen que un atributo puede asociarse con más de un concepto y que algunos atributos en concreto están asociados más estrechamente con algunos conceptos.

En este mismo campo, en los años 50 inició un periodo en el cual la psicología cognitiva, en cabeza de jóvenes investigadores como Bruner y Garner, habría de representar toda una revolución para los estudios sobre el aprendizaje de conceptos y la inteligencia humana. La teoría de la comprobación de hipótesis propuesta por Bruner *et al.* (1956) se constituyó en el primer paso hacia el estudio del origen de los significados. De igual manera, la teoría de los prototipos de Rosch (1978) y la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1963) representan todo un campo de investigación sobre la construcción de significados.

Para la enseñanza de las ciencias, teorías como la de Bruner *et al.* (1956) y Rosch (1978) han tenido menos aplicación que la propia teoría de Ausubel sobre el aprendizaje significativo. Numerosas tesis de pregrado, maestría y doctorado en la década de los 90 tuvieron como fundamento la teoría de Ausubel sobre el aprendizaje significativo. Mas allá de discutir los alcances y limitaciones de la teoría de Ausubel, los estudios sobre el aprendizaje de conceptos representan todo un campo que inspiró diversos modelos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, como el aprendizaje por investigación y el aprendizaje como cambio conceptual, entre otros.

APORTE DE LOS ESTUDIOS SOBRE EL DESARROLLO COGNITIVO

El aporte más importante de los estudios sobre el desarrollo cognitivo proviene de la teoría piagetiana. Aunque esta teoría recibió diversas críticas, sobre todo en lo referente a las características del pensamiento formal, lo cierto es que las investigaciones piagetianas permitieron comprender una gran diversidad de aspectos de orden funcional y estructural del desarrollo cognitivo desde el nacimiento hasta la vida adulta.

Así pues, según Carretero y Pozo (1987), algunas de las principales críticas recibidas por la teoría Piagetiana acerca del pensamiento formal han sido las siguientes:

- El pensamiento formal dista mucho de ser universal, no solo entre los adolescentes, sino incluso entre adultos con un cierto nivel educativo. Diversas investigaciones mostraron que menos del 50 % de los estudiantes alcanzan el pensamiento formal.
- Los sujetos con aparente pensamiento formal no se desempeñan de igual manera en todas las tareas formales, por lo que el pensamiento formal no es una estructura de conjunto.
- El desempeño de los sujetos con aparente pensamiento formal en dos tareas con la misma estructura y distinto contenido no es igual. De acuerdo con esto, el contenido de una tarea afecta el desempeño de los estudiantes en tareas de pensamiento formal.

En mi opinión, desconocer los aportes de la teoría piagetiana resulta un error más grave que tenerlos en cuenta. Los estudios piagetianos sobre el desarrollo cognitivo y los mecanismos funcionales que explican tal desarrollo (asimilación, acomodación y equilibración) muestran con múltiples evidencias experimentales la manera como el niño construye sus conocimientos a partir de la interacción con el entorno. El mismo Piaget (1978) cuestionó las versiones innatistas y empíricas del conocimiento y enfatizó su epistemología genética como una teoría constructivista del conocimiento.

Como se mencionó anteriormente, aunque la teoría piagetiana ha recibido diversas críticas, lo cierto es que buena parte de los aportes de la epistemología piagetiana han mostrado su relevancia para la enseñanza de las ciencias y el pensamiento científico. Así pues, al establecer que el proceso de aprendizaje es una construcción

de conocimiento hecha por el sujeto, Piaget (1978) sentó las bases de algunos modelos constructivistas, como el cambio conceptual, en el cual la noción de desequilibrio cognitivo es relevante.

Piaget (1978) en su última versión del modelo de funcionamiento de la equilibración cognitiva propuso tres tipos de desequilibrio o conflicto cognitivo jerárquicamente relacionados, a saber:

- Conflicto entre una idea o esquema previo y un observable o dato de la experiencia.
- Conflicto entre dos ideas o esquemas del sujeto.
- Conflictos por insuficiencias en la integración jerárquica de esquemas previamente diferenciados.

Los conflictos de segundo y tercer orden, es decir, los propiamente conceptuales, deberían contribuir más al cambio conceptual. Según Pozo (1989), para que se produzcan estos conflictos es imprescindible que el sujeto reflexione sobre el primer y segundo esquema o idea en conflicto y establezca las relaciones de semejanza o diferencia entre dichos esquemas o ideas en conflicto.

Por otra parte, otra de las grandes contribuciones al campo de la didáctica de las ciencias fue la integración entre la teoría piagetiana y los aportes de las teorías computacionales, representadas en las denominadas teorías neopiagetianas, entre las que sobresale la teoría de los operadores constructivos de Pascual Leone (1978).

La teoría de Pascual Leone (1978) se puede considerar como un intento de síntesis en la cual se integran los aportes de las teorías conductista y piagetiana, más los aportes de las teorías del procesamiento de información. Pascual Leone (1978) propone en su teoría de los operadores constructivos dos factores claramente diferenciados:

- La necesidad de reinterpretar el concepto piagetiano de esquema: Pascual-Leone (1978) propone la necesidad de incorporar los conceptos de desencadenante y efector en el concepto de esquema. El esquema es la pieza básica pues a través de este el sujeto asimila las distintas realidades, situaciones u objetos. Los esquemas se activan o por el propio sujeto o por los *inputs* del contexto.

- La noción del campo de activación: la respuesta más convincente será aquella que incluya a todos los esquemas activados.

En la teoría de los operadores constructivos, Pascual-Leone (1978) incluye la existencia de un factor mental (*M*), un factor figurativo (*F*), un factor de aprendizaje (*L*) y factores organísmicos, entre los cuales surgen conflictos. La dominancia de uno u otro esquema depende de un activador del esquema, el cual es un constructo o factor que al aplicarse sobre los esquemas incrementan su peso de activación.

Aunque el asociacionismo, las teorías computacionales y el aprendizaje por reestructuración puedan considerarse como paradigmas rivales, cada uno de los cuales explica los procesos de aprendizaje desde sus propios principios y modelos, lo cierto es que el proceso de aprendizaje es complejo y no puede ser explicado solo desde un enfoque. Aunque se diga que esta posición es ecléctica, para mí es integradora. Conducta, memoria y significado son diversos aspectos de un mismo fenómeno, por lo que cada una de estas teorías ha contribuido a explicar y comprender uno de los aspectos más importantes de la especie humana, como es su capacidad para aprender.

APORTES DE LOS ESTUDIOS SOBRE LAS DIFERENCIAS INDIVIDUALES

Si bien cada una de las teorías del aprendizaje intentaron explicar el aprendizaje desde una perspectiva hegemónica, los estudios sobre las diferencias individuales introducen nuevas complejidades en el proceso de aprendizaje mismo. Según Carretero y Palacios (1982) la psicología diferencial:

ha permitido sacar a la luz las importantes diferencias que muestran distintos sujetos ante la misma situación, su diferente forma de enfrentarse con un problema cognitivo, de abordarlo y hacerle frente. Por este camino se han detectado importantes diferencias estilísticas entre unas personas y otras, diferencias que tienen que ver más con cómo es la actuación cognitiva de un sujeto, que con el resultado final de la actuación. (p. 21)

En la década de los 70 los estudios sobre el estilo cognitivo dependencia-independencia de campo (*DIC*), llevados a cabo por

Witkin y Goodenough (1981), mostraron las diferencias de los individuos en cuanto a la manera de procesar información. A partir de esta década se han identificado una amplia variedad de estilos cognitivos entre los que se pueden resaltar:

- Estilo de conceptualización, también denominado diferenciación conceptual, se refiere a la forma en que un sujeto clasifica un conjunto de objetos heterogéneos cuando no se le deja total libertad para que los agrupe en los conjuntos que desee.
- Control restrictivo-control flexible: se refiere a la mayor o menor sensibilidad del sujeto frente a las interferencias de dos modalidades cognitivas.
- Nivelamiento-agudización: hace referencia al grado en que una persona mantiene en su memoria la imagen de los estímulos presentados en el pasado. Cuando se les pide compararlos con nuevos estímulos algunas personas tienden a ignorar (nivelar) las diferencias, mientras que otras tienden a resaltarlas.
- Escudriñamiento: tiene que ver con la mayor o menor capacidad del sujeto para verificar sus juicios o estimaciones respecto a estímulos perceptivos, ya se trate de ilusiones perceptivas o de tareas de emparejamiento.

En general, los estilos cognitivos han sido definidos como preferencias individuales y estables en el modo de organización perceptiva y de categorización conceptual del mundo exterior (Kagan *et al.*, 1963, p. 204). Por su parte, Kogan (1981) se ha referido a los estilos cognitivos como “la variación individual de los modos de percibir, recordar y pensar, o como formas distintas de aprender, almacenar, transformar y emplear la información” (p. 306).

En el campo de la educación en ciencias el estilo cognitivo DIC ha sido quizás el de mayor aplicación a una amplia variedad de investigaciones. Según López (1989) dicho constructo psicológico, debido a Witkin y Goodenough (1981), ha alcanzado a la educación científica por otras vías además de las procedentes de la escuela de Ginebra; lo que mantiene intacto su interés, precisamente en una época en que el impacto del paradigma piagetiano, como tal, en la didáctica de las ciencias parece haber tocado techo (López, 1989).

Se han identificado algunas cuestiones relevantes para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias estrechamente vinculadas al

estilo DIC entre las que se destacan: la interacción aptitud-tratamiento (Kogan, 1981), el problema de las preconcepciones o marcos alternativos de los alumnos y las estrategias para su transformación (Driver *et al.*, 1985), el desarrollo de la creatividad (Nickerson *et al.*, 1985) y la resolución de problemas (Tuma y Reif, 1980).

En cuanto al primer aspecto, según López (1989) debido a la amplitud de la noción de tratamiento, la corriente de investigación en aptitud-tratamiento-interacción (ATI) constituye un marco amplio de referencia para el análisis de las relaciones entre la DIC y el aprendizaje científico. Así, por ejemplo, en una investigación adelantada por Strawitz (1984), la cual consideró como variable aptitudinal a la DIC y como producto de aprendizaje la habilidad para el control de variables frente a distintos tipos de tratamiento (estrategias de enseñanza), se encontró, entre otros aspectos, que los sujetos con independencia de campo (IC) controlan mejor las variables que aquellos con dependencia de campo (DC) y los sujetos DC se desempeñan mejor en estrategias donde hay una mayor dirección por parte del profesor, es decir, los sujetos DC tienden a ser menos autónomos.

De igual manera, en la investigación adelantada por Shymansky y Yore (1980) se encontró que los sujetos IC rinden significativamente más que los DC cuando se utiliza una estrategia de enseñanza semideductiva, de menor nivel de estructuración y de mayor grado de individualización.

Con relación a los estudios sobre la relación entre DIC y la creatividad, debe señalarse que es en el campo de la resolución de problemas donde más se ha explorado la importancia de la creatividad en la educación en ciencias. Específicamente, Romo (1986) ha señalado que existe una proximidad semántica entre la independencia de campo y la flexibilidad de pensamiento propuesta por Guilford como aspecto característico de la creatividad. Así pues, la capacidad atribuida a la independencia de campo para abandonar procedimientos y estrategias ya establecidos y que no son los más apropiados se parece en mucho a la noción de flexibilidad como característica del pensamiento creador (Guilford, 1967b).

En síntesis, en el caso particular de la educación en ciencias, la importancia del estilo cognitivo DIC resulta apropiada para investigar la creatividad y los estudios sobre resolución de problemas de tipo abierto.

Con relación a los estudios sobre la relación entre la DIC y las concepciones alternativas de los estudiantes, se ha señalado que el origen de dichas concepciones está directamente relacionado con elementos perceptivos. Así pues, los sujetos IC al percibir el campo de un modo articulado, dispondrían de una información perceptiva mejor organizada; lo que podría facilitar la elaboración de modelos mentales más sofisticados y próximos a los que puede aportar la instrucción científica a un nivel escolar (Huteau, 1980). De igual manera, con relación a la estabilidad de las preconcepciones, se ha señalado que el estilo cognitivo DIC predice una menor estabilidad de las preconcepciones de los sujetos IC, en los cuales el cambio conceptual podría efectuarse con mayor facilidad.

Finalmente, con relación a los estudios sobre las relaciones entre la DIC y la resolución de problemas, estos se han insertado principalmente en el marco teórico piagetiano y neopiagetiano (Huteau, 1980), de modo que, en tal caso, los problemas considerados son, o bien tareas piagetianas o bien problemas de lápiz y papel de contenido análogo. Algunas de las principales conclusiones de estos estudios han señalado aspectos relevantes como:

- La DIC influye en ciertos aspectos del pensamiento formal, pero no en otros. Se ha encontrado mayor influencia en los problemas sobre el control de variables y razonamiento probabilístico y menos en tareas de razonamiento combinatorio, conservación, clasificación, seriación y lógica de proposiciones (López, 1989).
- En relación con el formato de la tarea, se ha encontrado que los IC aventajan a los DC en pruebas piagetianas de lápiz y papel si estas son formales y abiertas, pero no existen diferencias significativas en el comportamiento de ambos tipos de sujetos si aquellas son cerradas (López, 1989).
- En estudios más específicos en el campo de la enseñanza de la química, se encontró que los estudiantes IC son más efectivos en la resolución de problemas de química que implicaban razonamiento proporcional. Así pues, los sujetos IC se mostraron mejores resolventes a la hora de extraer la información relevante de un enunciado que contenía tanto información relevante como irrelevante (López, 1989).

En general, lo que parece evidente en este campo es que la dimensión DIC parece tener enorme influencia en cómo los sujetos

no solo resuelven un problema, sino en la selección de las estrategias más adecuadas para resolverlos, aun antes de proceder a su ejecución. Adicionalmente, el formato de presentación del problema (verbal- no verbal) también influye de manera distinta en su resolución según el estilo cognitivo DIC.

CONSIDERACIONES FINALES

Como se puede apreciar hasta aquí se han enunciado y descrito brevemente algunos de los principales aportes de los estudios sobre aprendizaje y la cognición a la didáctica de las ciencias. Seguramente, son muchos más los aportes de estos campos de conocimiento y de otros los cuales no han sido citados en este texto. Con todo lo anterior, volviendo a la tesis inicial de este escrito, lo que resulta importante es que cualquier trabajo de investigación en el campo de la didáctica de las ciencias debe tener en cuenta los aportes de estos campos de conocimiento, por muy complejos que parezcan.

REFERENCIAS

- Atkinson, R. C. y Shiffrin, R. M. (1971). The control of short term memory. *Scientific American*, 225(2), 82-90. <https://www.jstor.org/stable/24922803>
- Ausubel, D. (1963). *The psychology of the meaningful verbal learning*. Grune and Strarron.
- Bruner, J. S, Goodnow, J. J. y Austin, G.A. (1956). *A study of Thinking*. Wiley.
- Carretero, M. y Palacios, J. (1982). Los estilos cognitivos: Introducción al problema de las diferencias cognitivas individuales. *Infancia y Aprendizaje*, (17), 20-28.
- Carretero, M. y Pozo, J. (1987). Del pensamiento formal a las concepciones espontaneas ¿qué cambia en la enseñanza de las ciencias. *Infancia y aprendizaje*, (38), 35-52.
- Chomsky, N. (1974). *Proceso contra Skinner*. Anagrama.
- Collins, A. M. y Loftus, E. F. (1975). A spreading activation theory of semantic processing. *Psychological review*, 82(6), 407-428. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0033-295X.82.6.407>
- Collins, A. M. y Quillian, M. R. (1969). Retrieval time from semantic memory. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 8(2), 240-247. [https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/S0022-5371\(69\)80069-1](https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/S0022-5371(69)80069-1)

- Craik, F. I. y Lockhart, R. S. (1972) Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of verbal learning and behavior*, 11(6), 671-684. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(72\)80001-X](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(72)80001-X)
- Driver, R., Guesne, E. Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. University Press.
- Guilford, J. P. (1967a). *La naturaleza de la inteligencia humana*. Paidós.
- Guilford, J. P. (1967b). *Some theoretical views of creativity and contemporary approaches to psychology*. H. Herdson y W. Bevan (Eds.)
- Guthrie, E. R. (1935). *The psychology of learning*. Harper & Brothers.
- Hull, C. L. (1943). *Principles of behavior*. Appleton.
- Huteau, M. (1980) Dépendance-indépendance a l'égard du champ et développement de la pensée opératoire, *Archives de Psychologie*, 48(184), 1-40. https://www.persee.fr/doc/psy_0003-5033_1984_num_84_3_29031
- Kagan, J., Moss, H. A. y Sigel, I. (1963). Psychological significance of styles of conceptualization. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 28(2), 73-112. <https://doi.org/10.2307/1165673>
- Kogan, N. (1981). Educational implications of cognitive styles. En G. S. Lesser (Ed.), *Psychology and educational practice*. *La psicología de la practica educativa*. México: Trillas
- López, R. F. (1989). Dependencia-independencia de campo y educación científica. *Revista de educación*, 289, 235-258. <https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:380984cc-945e-4249-8b36-c40d88301bb8/re28911-pdf.pdf>
- Miller, G. (1956). The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. *Psychological Review*, 101(2), 343-352
- Neisser, U. (1967). *Cognitive psychology*. Appleton-Century-Crofts.
- Nickerson, R., Perkins, E. y Smith, E. (1987). *Enseñar a pensar: aspectos de la aptitud intelectual*. Barcelona: Paidós Ibérica.
- Pascual- Leone, J. (1978). La teoría de los operadores constructivos. En J. Delval (Comp.), *Lecturas de psicología del niño* (Vol. I). Alianza.
- Piaget, J. (1978). *La equilibración de las estructuras cognitivas*. Siglo XXI.
- Pozo, J. I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Morata.
- Romo, M. (1986). Treinta y cinco años de pensamiento divergente: Teoría de la creatividad de Guilford. *Estudios de Psicología*, (18), 175-192.

- Rosch, E. (1978). Principles of categorization. En E. Rosch y B. Lloyd (Eds.), *Cognition and categorization* (pp. 28-48). Erlbaum.
- Rother, J. B. (1966). Generalized expectancies for internal versus external control of reinforcement. *Psychological Monographs*, 80(1), 1-28. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0092976>
- Shymansky, A. J. y Yore, L. D. (1980). A study of teaching strategies, students cognitive development and cognitive style as they relate to student achievement in sciences. *Journal of Research in Science Teaching*, 17(5), 369-382. <https://doi.org/10.1002/tea.3660170502>
- Skinner, B. F. (1970). *Tecnología de la enseñanza*. Ed. Labor.
- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentation. *Psychological Monographs*, 74(11), 1-29. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0093759>
- Strawitz, B. M. (1984). Cognitive style and the acquisition and transfer of acquisition and transfer of the ability to control variables. *Journal of research of Science Teaching*, 21(2), 133-141. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1002/tea.3660210205>
- Thurstone, L. L. (1938). *Primary mental abilities*. University of Chicago Press.
- Tolman, E. C. (1932). *Purposive behavior in animals and men*. Century.
- Tuma, D. T. y Reif, F. (1980). *Problem solving and education: Issues in teaching and research*. Lawrence Erlbaum Associates
- Witkin, H. A. y Goodenough, D. R. (1981). *Cognitive styles: essence and origins*. International University Press.

Las comunidades de formación y los compromisos que se atribuyen

Rosa Nidia Tuay-Sigua
Universidad Pedagógica Nacional

L El informe del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) de 2019 describe que en el siglo XXI hay una nueva configuración mundial de orden social, económico y político que transformó las demandas de formación de los ciudadanos. Esto requiere de cambios significativos en los sistemas educativos que permitan a las personas enfrentar un mundo en constante transformación, en escenarios inciertos. La manera como se integren los procesos pedagógicos, didácticos, curriculares, la evaluación escolar y las evaluaciones externas, así como la formación de los profesores y la gestión administrativa, permitirá una mejor comprensión de las dinámicas presentes para proyectarse y prepararse, para enfrentar retos en la sociedad de la revolución industrial 4.0.

Las consecuencias del desarrollo actual plantean desafíos para el sistema educativo, porque se enmarcan en entornos cada vez más inestables y competitivos, así como la necesidad de generar

estructuras y procesos sociales y organizacionales más flexibles para la globalidad e integralidad; es decir, una convivencia con la inteligencia artificial, las movilizaciones sociales, las nuevas ciudadanía e imaginarios sociales, la capacidad de construir sinergias a partir de las capacidades propias y las necesidades de los otros.

Ante estas situaciones, a la educación le compete ofrecer alternativas de intervención y solución que permitan confrontar dichos desafíos. Para esto resulta fundamental implementar estrategias que faculten a las personas, las organizaciones y los grupos sociales en el desarrollo de habilidades y competencias con las que puedan atender las oportunidades que supone la sociedad contemporánea.

Se demandan cambios en la manera cómo la educación tradicional ha centrado los procesos formativos en el desarrollo cognitivo de disciplinas fragmentadas, el aprendizaje centrado en la memorización y el manejo procedimental, de manera que relegaron a un segundo plano los programas de habilidades transversales, como el pensamiento crítico. Este último apoyaría procesos transformadores en los sistemas educativos y de formación para generar agentes de cambio, con una mirada global y capaces de innovar para enfrentar los desafíos de bienestar, justicia y equidad en conexión con un mundo sostenible. En este sentido, la educación debe abocarse al desarrollo habilidades para la vida, que permitan a las personas enfrentar los contextos sociales en los que desenvuelven con el fin de garantizar un desarrollo personal y social.

Asimismo, se requiere que la educación y los procesos de articulación de conocimiento generen habilidades para la integración y uso de las tecnologías, que permitan a los ciudadanos transitar en un mundo vertiginosamente cambiante e itinerante. En este sentido, se debe garantizar que la preparación de ciudadanos asuma las tecnologías disruptivas como contenidos curriculares, pedagógicos y didácticos, a partir de los cuales se pueda recabar información, contrastarla, retroalimentar sus procesos, hacer simulaciones y visualizar situaciones que les permitan, a través de enfoques dialógicos, la conectividad con su comunidad inmediata, nacional e internacional. En síntesis, que sean competentes en el marco de la ciudadanía planetaria.

Otro reto, no menos importante, es que los docentes, para responder a las actuales transformaciones educativas, deben

actualizarse, formarse y cualificarse en aspectos disciplinares y pedagógicos, ya que los cambios permanentes generan diferentes roles a los desempeñados en las décadas anteriores. Asimismo, la organización y estructura de los currículos deben flexibilizarse para permitir otros aprendizajes, de tal manera que habrá que adaptarse a estas para ofrecer mejores niveles de calidad en la formación educativa. Esto nos lleva a ratificar que, sin duda, la formación continua docente es uno de los elementos clave para responder a los desafíos y demandas actuales de la educación.

En estas condiciones, la formación permanente del profesorado debe constituirse en un escenario de prácticas alternativas centradas en la investigación y la innovación, que integre perspectivas sobre los conocimientos, contextos y aprendizajes de los profesores; la construcción del conocimiento y el aprendizaje para la enseñanza; las condiciones personales de los profesores y la vida profesional; la naturaleza del conocimiento científico o aquellas que abordan el lugar de trabajo de los profesores como contexto para aprender (Beijaard *et al.*, 2005). Este planteamiento es coherente con las ideas de Lederman y Abell (2014), quienes defienden la formación continua centrada en el aprendizaje personal, profesional, individual y colectivo, abordado desde la investigación e interacción con la escuela, alejado de los enfoques centrados únicamente en el desarrollo de habilidades.

Según Bruns y Luque (2014), la política de formación continua de docentes en América Latina se deriva de decisiones externas a los Estados. Están centrados en los enfoques “con guion”, particularmente en los procesos de alfabetización de los primeros grados y el mejoramiento de los conocimientos y competencias básicas de los profesores; en menor proporción, en la cualificación del dominio de conocimientos específicos de una disciplina con escasas experiencias en el desarrollo de trabajos de colaboración entre colegas.

Por esto es necesaria la participación colectiva y con objetivos convincentes en las propuestas de formación continua docente. Se requiere que los profesores reflexionen entre colegas, adecuen tiempos para las reuniones, generen oportunidades de formación para otros profesores de la misma institución, y se apoyen de otros compañeros o instituciones comprometidas con la formación continua docente (Duschl *et al.*, 2007). Dentro de estos planteamientos, este

capítulo busca reconocer las comunidades de formación como estrategia de formación continua.

LAS COMUNIDADES DE FORMACIÓN COMO ESTRATEGIA DE FORMACIÓN CONTINUA

Las comunidades de formación es una propuesta de formación continua de los profesores, que surge al considerar la formación en servicio como una línea de trabajo en el grupo de investigación “Educación en ciencias, ambiente y diversidad”, del Doctorado Interinstitucional en Educación (DIE-UPN). Estas comunidades se caracterizan por sus prácticas discursivas, en las cuales los docentes se comprometen y atribuyen responsabilidades dentro de una práctica de dar y pedir razones, es decir, una práctica de afirmar e inferir (Brandom, 2002); esto en el ámbito de las prácticas sociales, que son implícitamente normativas, pues todos los hechos son sujetos a la evaluación según esas normas y sus instituciones. Todo depende de los fines de los docentes y del contexto en el cual se desarrollan sus acciones (Tuay-Sigua, 2020).

Estos atributos se pretenden abordar en el desarrollo de dos tesis doctorales, resultado de una estrategia de acompañamiento *in situ* y con la participación de los doce profesores de básica primaria y secundaria, quienes orientan la educación científica en colegios oficiales de Bogotá. Ellos integraron la comunidad de formación en el marco del convenio interinstitucional de la Universidad Pedagógica Nacional y el Instituto para la Investigación y el Desarrollo Pedagógico (IDEP). La estrategia se llamó: “El profesor de ciencias como sujeto de conocimiento. Reflexionemos y sistematicemos nuestras prácticas. Línea: naturaleza de la ciencia”. Esta se constituye en un escenario de formación continua docente a partir de la configuración del trabajo en redes, organizaciones, colectivos y, en particular, de comunidades de formación en correspondencia con el “subsistema de formación en servicio”, como parte del Sistema Colombiano de Formación de Educadores y Lineamientos de Política (Ministerio de Educación Nacional, 2013).

Para avanzar en la descripción de las condiciones de las comunidades de formación, es necesario diferenciarlas de otras colectividades y estrategias identificadas en la literatura para la formación docente y que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Otras comunidades de referencia para la formación de profesores

Autor	Comunidad
Delord <i>et al.</i> (2017)	<p>“El trabajo colectivo en comunidades y redes parece ser más adecuado y prometedor para el desarrollo y el cambio profesional” (p. 654). Esto es: el apoyo en redes de profesores, la participación de investigadores voluntaria y deseada desde un trabajo cooperativo, la reflexión colectiva y el intercambio horizontal entre profesores e investigadores.</p>
Calvo (2014)	<p>Expone tres categorías de actividades para el aprendizaje profesional colaborativo. La primera se centra en el trabajo con el otro: un docente se apoya de la experiencia de otro, quien está dispuesto a guiar, orientar y apoyar. La segunda se basa en una institución educativa como unidad, en la que se interrelacionan sujetos, procesos y trayectorias como las comunidades de aprendizaje. La tercera es la transformación de las comunidades de aprendizaje colaborativo en comunidades de aprendizaje virtual, a partir del uso de las nuevas herramientas tecnológicas.</p>
Martínez (2018)	<p>Las redes pedagógicas se refieren a escenarios para que los maestros se piensen como sujetos desde otra enunciación y de acción, en los que son y actúan como protagonistas. “Son un grupo o colectivo de maestros que se convocan voluntariamente, especialmente para reflexionar sobre su rol, sus propias prácticas, sus realidades y devenires. Para pensarse y construirse como sujetos de saber, y desde estas conexiones e interacciones configurar otros modos de ser maestro” (p. 6). También las redes son colectivos organizados por la voluntad y el deseo de los profesores en convertirse en un campo para la constitución de sujetos y saberes.</p>
Wenger (2001)	<p>La comunidad de práctica es un grupo de personas con intereses comunes que busca resolver un problema a partir de las interacciones de sus miembros. Estas comunidades tienen por lo menos tres elementos como: el tema o problema de interés; las personas con interés común en el tema o problema; y la práctica y las acciones que los miembros realizan para resolver el tema o problema.</p>
Soria y Hernández (2017)	<p>“Comunidades de Aprendizaje es propuesto por el CREA (Centro de Teorías y Prácticas Superadoras de las Desigualdades, de la Universidad de Barcelona). Sus principios fundamentan la necesidad de la transformación social y cultural de una escuela y su entorno para responder de forma igualitaria a los retos y necesidades que plantea la sociedad actual” (p. 131). Entonces, las comunidades de aprendizaje estrechan los vínculos sociales e intelectuales entre personas de diversos contextos, teniendo en cuenta el constructivismo social.</p>
Dadgnino (2007)	<p>La comunidad de investigación es definida “[...] como el conjunto de los profesores investigadores que realizan actividades de investigación en las instituciones de educación superior y en los institutos de investigación” (p. 11). Es decir, las comunidades de investigación están en torno a la educación superior.</p>

Fuente: Valencia (2019).

Esta revisión de literatura muestra que los colectivos favorecen el aprendizaje y la autonomía docente, influyen en el desarrollo profesional en pro de una comunidad de investigadores con beneficios compartidos. Se destaca el trabajo colaborativo entre pares y colectivos, la discusión, la reflexión sobre la práctica y la enseñanza, y el aprendizaje permanente entre grupos de profesores a través de acciones transformadoras, sujetas a la “interdependencia, los intereses compartidos, la preocupación por los puntos de vista individuales o minoritarios y las relaciones personales significativas” (Westheimer, 1998, citado en Couso y Pinto, 2009, p. 6).

Las investigaciones han reportado que las comunidades de formación, al estar centradas en los compromisos, potencian no solo las condiciones del trabajo colectivo alrededor de temas de interés, sino que permiten que los profesores de básica y bachillerato logren consensos alrededor de la investigación como condición de la formación continua. Esto contribuye a la constitución de comunidades de formación como escenarios para que los profesores sumen compromisos a través de normas y reglas establecidas en consenso, como responsabilidades colectivas frente a un compromiso en comunidad (Tuay-Sigua, 2018). Por lo tanto, se pueden identificar los compromisos que surgen de los procesos de formación continua de los profesores, identificados en las investigaciones del grupo.

COMPROMISOS IDENTIFICADOS EN COMUNIDADES DE FORMACIÓN

Mediante una apuesta metodológica del análisis textual discursivo (Moraes, 2003), la aplicación de elementos de la filosofía del lenguaje de Brandom (2002) y la estrategia de comunidades de formación (Tuay-Sigua, 2020), se identifican los siguientes compromisos y sus categorías, descritos en la tabla 2.

Tabla 2. *Compromisos que identifican las acciones teóricas y prácticas de la comunidad de formación*

Compromiso	Categoría
Práctico	Práctica científica.
	Formas de proceder.
Cognitivo	Construir con los niños.
Epistemológico	Naturaleza de la ciencia.
Valorativo	Cambio actitudinal.
Escenarios posibles	Referentes institucionales.
	Escenarios de atribuciones.
Identificación	Identidad docente.

Fuente: Valencia (2019).

Esto implica que los compromisos de las comunidades de formación corresponden con una dimensión normativa, en la cual los docentes asumen compromisos prácticos, cognitivos, epistemológicos, valorativos, de identificación y de escenarios posibles durante las acciones de formación a través de la argumentación o justificación, de la cual surgen otras argumentaciones articuladas por conceptos y teorías. Así, en los compromisos, los profesores respaldan sus argumentaciones con otras y se hacen responsables de estas asumiendo otros compromisos. Entonces, se trata de asumir obligaciones y de aceptar compromisos a través de juzgar —emitir juicios— y de actuar —realizar acciones—. En este sentido, todas las acciones docentes son estructuradas y motivadas por los compromisos (Tuay-Sigua, 2011).

COMPROMISOS PRÁCTICOS

Las argumentaciones y acciones de los compromisos prácticos de la comunidad de formación, derivados de la práctica científica escolar y sus procedimientos, se pueden articular en cuatro dimensiones, de acuerdo con Acevedo (2017) ver tabla 3:

Tabla 3. *Compromisos prácticos de la comunidad de formación, por dimensiones*

Fundamentos	Afectiva o emotiva	Ideológica o cultural	Organizativa
El planteamiento de estrategias metodológicas para generar procesos de investigación desde el ejercicio profesional del profesor.	La contribución en la comprensión científica para desarrollar actitudes y habilidades cognitivas, de pensamiento, destrezas sociales y de comunicación.	El trabajo colaborativo con los colegas de diferentes disciplinas en torno a problemas de interés común.	La estructuración de estrategias y procedimientos de aula desde el currículo institucional para determinar tiempos, contenidos y estrategias de evaluación.
La contribución en la comprensión científica para el desarrollo de actitudes y habilidades cognitivas.	El estímulo a la curiosidad científica y a la capacidad de detectar problemas a partir de la educación en ciencias.	La valoración de los conocimientos científicos y tecnológicos para solucionar problemas cotidianos.	La elaboración académica de textos —artículos, libros— como medio de producción intelectual individual y colectivo.
La estructuración de estrategias y procedimientos de aula desde el currículo institucional para determinar tiempos, contenidos y estrategias de evaluación.	La identificación de obstáculos y resistencias en la acción profesional para generar transformaciones a partir de las creencias y los conocimientos prácticos.		
El abordaje de la fenomenología para la enseñanza de las ciencias a partir de preguntas asociadas a los hechos naturales.			
La contribución de la experimentación lejana al manual práctico de “laboratorio de laboratorio”, a partir de los recursos que ofrece la sociedad como la prensa, el cine, la televisión, la música, las fotografías y las visitas a industrias.			

Fuente: elaboración propia.

Estos compromisos tienen un gran peso en el ámbito técnico de la práctica científica, pero presentan un giro en los fundamentos que involucran explicaciones, interpretaciones y estructura de las prácticas; así como la justificación y validez de las acciones, la caracterización del conocimiento científico y pedagógico y su proyección en las prácticas de enseñanza.

Un aspecto relevante es el vínculo cultural y social con el exterior de la escuela a través de la divulgación de las investigaciones, reflexiones y trabajos de los docentes. Estos les permite articularse en redes de intercambio de conocimientos, saberes y tiempos para comprender y mejorar las prácticas escolares.

De esta manera, se considera que las comunidades de formación contribuyen de manera significativa en la proyección de una mirada crítica sobre las prácticas científicas en los espacios educativos.

COMPROMISOS COGNITIVOS

Frente a los compromisos cognitivos, sobre la necesidad de enseñar ciencias y el desarrollo de los procesos de construcción de conocimiento, las comunidades de formación contribuyen en la ampliación de la mirada de los aprendizajes, en el desarrollo de reflexiones y razonamientos, y en la promoción de motivaciones, intereses y actitudes hacia las ciencias desde valores humanos para la formación ciudadana. Así, contribuyen a la apropiación crítica del conocimiento científico; además, de aportar desde las rutinas y conocimientos a las situaciones cotidianas del ejercicio profesional.

Las comunidades de formación integran a la construcción del conocimiento científico escolar ideas alternativas, que condicionan lo que enseñan al generar oportunidades para reflexionar y construir estrategias de análisis y juicio sobre el conocimiento científico escolar desde perspectivas sociológicas, psicológicas, históricas, entre otras. De modo que se constituyen en un aspecto innovador de la educación científica.

La estructuración de la enseñanza desde otros conocimientos visibiliza cómo las comunidades de aprendizaje hacen explícitos los discursos desde enfoques constructivistas, de integración de las relaciones entre ciencia, sociedad, tecnología y ambiente (CTSA) o del conocimiento didáctico del contenido. Comienzan a hacer una

realidad esa renovación de la enseñanza de la ciencia, centrada en enfoques contextualizados.

COMPROMISOS EPISTEMOLÓGICOS

Los compromisos epistemológicos abarcan la comprensión acerca de las ciencias naturales, así como la imagen que tenemos de ella.

En las comunidades de formación se identifican frente a los compromisos epistemológicos las siguientes construcciones:

- La construcción de discurso científico a partir de los conocimientos de los contenidos para generar actitudes y habilidades cognitivas de pensamiento, que sean base para la comprensión de las ciencias.
- La construcción de imagen de ciencia progresista y ciudadana, desde el respeto a los derechos humanos en la diversidad cultural, ideológica y política.
- La contribución del uso de recursos alternativos para los trabajos prácticos experimentales.

114

Las decisiones epistemológicas de la comunidad se orientan hacia una enseñanza explícita de la naturaleza de la ciencia. No solo en el sistema cognitivo-epistémico, sino en el sistema social e institucional que comprende, según Erduran y Dagher (2014), los valores sociales, la ética científica y la difusión de conocimiento. Así, se amplía la concepción de consenso (Matthews, 2012), centrada en el conocimiento científico, las observaciones e inferencias, la creatividad y racionalidad, la integración social y cultural en la ciencia, las teorías y leyes científicas, y los métodos científicos.

Esto valida los estudios reportados por Adúriz (2007), quién indica que la reflexión didáctica y pedagógica está orientada por la naturaleza de la ciencia que tienen los docentes. Esto permite romper la relativa homogeneidad de los saberes a trabajar en el aula y construir espacios integradores a la naturaleza de la ciencia. Esto último se logra cuando se explicitan las decisiones epistemológicas subyacentes a las acciones de enseñanza.

El giro en la orientación de los conocimientos ligados a los saberes, apoyados en la naturaleza, la estructura y su historia, comprende

la denominada epistemología del conocimiento (Johsua y Dupin, 1993). Esta contribuye a la formación de ciudadanos con capacidad de interpretar, cuestionar e intervenir en la realidad. Como lo expresan Reid y Hodson (1993), los ciudadanos necesitan saber algo de ciencia, sus potencialidades, implicaciones y riesgos.

Así, las comunidades de formación aportan a la comprensión de la enseñanza de las ciencias en contextos particulares desde la reflexión de su práctica docente sobre los compromisos epistémicos.

COMPROMISOS VALORATIVOS

Las acciones científico-tecnológicas (Echeverría, 2002) están cargadas de un pluralismo axiológico que sobrepasa los valores morales, políticos y ecológicos; también abarcan valores típicos de la ciencia, la técnica y la tecnología, económicos, epistémicos, humanos, sociales y éticos. Todas las acciones de las comunidades de formación configuran sus compromisos valorativos con referencia al reconocimiento de los profesores como profesionales autónomos de un conocimiento particular, quienes comprenden, transforman y enriquecen su práctica pedagógica a partir de la construcción de discursos y acciones con referencia a la investigación educativa, en general, y la investigación didáctica, en particular. Todo esto contribuye a las innovaciones, que transforman su práctica educativa a partir de otras estrategias de enseñanza orientadas a pensar las ciencias que enseñan y reflexionar acerca de sus conocimientos.

Como lo expresa Echeverría (2002), los procesos educativos no solo transmiten información y contenidos, también valores:

Un maestro enseña matemáticas a estudiantes en un aula. Si ese maestro tiene una formación mejor (tanto desde el punto de vista científico y pedagógico como por su formación en valores), si el aula satisface en mayor grado diversos requisitos (por ejemplo, ambientales), si el número de estudiantes presentes en el aula se reduce, pero sin caer por debajo de un umbral mínimo, si los medios económicos de la institución educativa aumentan, si la formación previa con la que llegan los estudiantes es mejor, si los instrumentos docentes se actualizan en la medida de lo posible, etc., estamos ante un ejemplo de mejora de la acción educativa por incremento de los umbrales mínimos para los valores y decremento de los umbrales máximos para los disvalores. (p. 45)

Esto indica que los compromisos valorativos potencian la comprensión y la elaboración de sentidos a la profesión docente en los contextos institucionales. También transforman las prácticas educativas hacia la investigación e innovación educativa a partir de acciones y reflexiones sobre el desarrollo profesional del profesorado en relación con las ciencias y la sociedad.

COMPROMISOS CON RELACIÓN A LA IDENTIDAD DOCENTE

Los compromisos con la identidad docente son relevantes en las comunidades de formación, pues se asume como inherente al ejercicio profesional de los docentes. Por lo tanto, es clave que estos emerjan de las comunidades de formación como condición de constitución de sujetos sociales de conocimiento que aportan a la transformación de las dinámicas culturales de los contextos. La identidad docente otorga características de diferencia, de reconocimiento ante la diversidad y de atribuciones de sentido que son únicos de la profesión docente. Esta es dinámica y abierta a los valores, creencias, conocimientos y compromisos en función de las acciones y responsabilidades, en circunstancias históricas y contextos sociales determinados, que se proyectan al futuro.

Según Aristizábal (2018), en los atributos de la identidad docente se pueden identificar los ámbitos de formación del profesor desde lo personal, los conocimientos y estructuras interpretativas producidas de acuerdo con la experiencia vivida, el ámbito práctico y externo, lo que permite identificar en las comunidades de formación las condiciones de la identidad docente (ver tabla 4).

Tabla 4. *Ámbitos de la identidad de las comunidades de formación*

Ámbitos	Atributos
Personal	La posibilidad de una autorreflexión sobre la profesión docente, las situaciones problemáticas y la investigación desde la reflexión-acción.
Experiencia vivida	La acogida de emociones y sentimientos como parte de la identidad docente, aspectos esenciales para la educación en ciencias.
Práctico	La disposición de tiempos para hacer un trabajo comprometido con la organización; además de la discusión, la sistematización y la reflexión de su práctica docente.
Externo	El reconocimiento de la docencia en lo social y, en particular, de los profesores como intelectuales que aportan en la transformación de la sociedad.

Fuente: elaboración propia.

Los compromisos de identidad son un factor importante para las decisiones y elecciones personales y colectivas, pues permiten hacer un barrido histórico, sociológico, psicológico de la comunidad de formación a partir de las experiencias, las transformaciones de creencias y valores en el tiempo. Estos se constituyen en elementos claves para la toma de decisiones y la discriminación de factores relevantes para las acciones que se deben realizar en el colectivo desde las responsabilidades individuales.

La integración de diferentes aspectos en la identidad docente constituye una base importante cuando se conforma una comunidad de formación entre docentes de diferentes disciplinas y niveles de formación, ya que permite abordar el trabajo docente como investigación, crear ambientes de seguridad y aceptación de las diferencias. Así, los juicios y el juego de dar y pedir razones se constituyen en el eje central de la profesión docente.

COMPROMISOS DE ESCENARIOS POSIBLES

Los compromisos de escenarios posibles, según Lewis (1986), permiten identificar las dimensiones que a futuro se atribuyen a los escenarios de desarrollo profesional, a partir de las reflexiones derivadas de la comunidad de formación. De esta forma se pueden responder las siguientes preguntas: ¿cómo se imagina, desde el trabajo colectivo, las prácticas en el aula, las condiciones institucionales y las relaciones

con otras instituciones y actores su desarrollo profesional en escenarios futuros? y ¿qué aportes puede hacer a escenarios posibles desde las condiciones actuales?

Las reflexiones sobre las acciones derivan de condiciones de referencia —como un presupuesto de análisis—, sobre las que se genera una confianza de cambios. A partir de las condiciones actuales, se esperan transformaciones de orden cultural, social y de políticas públicas que aporten a un mejoramiento de la educación acorde a las exigencias del siglo XXI.

En este sentido, las comunidades de formación proyectan un panorama investigativo alrededor de los escenarios de significados compartidos, que se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Escenarios posibles para las comunidades de formación

Escenarios posibles	Atributos
Normativos y de políticas públicas	La identificación, desde la normatividad institucional y su relación, con las concepciones de los profesores transforma el currículo y los contenidos que enseña. Los aportes individuales y colectivos a la gestión institucional tienen como referentes las políticas administrativas y de organización escolar.
Ambiente laboral	El aporte al ambiente laboral desde lo social, organizativo y cultural para el desarrollo del trabajo de los profesores.
Curriculares	La comprensión científica desde propuestas curriculares, relacionadas con aspectos sociales y personales de los ciudadanos, que vinculen la toma de decisiones desde la ciencia. La reflexión sobre las acciones profesionales y las situaciones problemáticas de la escuela.
Formas de organización	La superación del individualismo hacia un trabajo colectivo. La construcción de interacciones y diálogos con otros profesores y grupos interinstitucionales.
Formación continua	La participación en procesos de formación continua y conformación de grupos de trabajo con profesores de la misma institución, que promuevan reflexiones.

Fuente: elaboración propia.

La construcción de escenarios futuros se plantea desde la interacción. Desde ahí se proyectan otras formas de organización, donde se supere la condición individual sobre las cuales se han planteado

los procesos de formación; los cuales han promovido orientaciones discursivas en contraposición y no de desde la complementariedad, la integración o incluso en condiciones alternativas que permitan la negociación de significados.

Esto marca diferencias en cómo se concibe lo curricular. Como propone Pinar (2014), “un concepto altamente simbólico, una conversación compleja que enlaza las experiencias de presente, pasado y futuro” (p. 10). Esto sitúa las miradas del currículo en un terreno problémico y complejo, donde muchas de sus aristas y concepciones deben seguir siendo investigadas y asumidas desde las políticas públicas y las dinámicas escolares.

Actualmente, la relevancia de los escenarios futuros ha estado bajo la lupa de las decisiones externas a las necesidades de las escuelas, de las organizaciones de profesores y de las mismas políticas públicas. Por esta razón, se demanda la construcción de escenarios donde se puedan compartir, confrontar, comparar, negociar, interpretar, consensuar, rechazar y legitimar nuevos significados de la formación docente.

CONSIDERACIONES FINALES

La formulación y caracterización de las comunidades de formación, a partir de investigaciones de campo, ha permitido al grupo de investigación “EducaDiverso” comprender y transformar los discursos de la formación continua de los docentes. La identificación de compromisos, como ejes de las acciones y prácticas de los colectivos de los docentes, nos ha permitido articular aspectos pedagógicos y curriculares, también condiciones de investigación e innovación. Todos estos se constituyen en aspectos claves para el desarrollo profesional, acorde con las exigencias actuales y futuras.

La consolidación de atributos a los compromisos de las comunidades de formación ha permitido mantener diferencias frente a otras organizaciones y colectivos interesados en la formación en servicio del profesorado. Se asume que los docentes son sujetos de saber que requieren reconocimiento de sus propias acciones, atribuidas a su experiencia y cualificación, que les permite aportar no solo a lo curricular y pedagógico, sino a la investigación sobre los saberes disciplinares metodológicos y axiológicos necesarios para alcanzar las habilidades y competencias que se exigen los procesos educativos.

La articulación de los resultados de investigación en procesos de formación continua ha demandado alianzas con otras entidades, lo que contribuye a la generación y permanencia de las comunidades de formación a través de colectivos y redes de maestros. Desde estas perspectivas investigativas, estos abordan sus propias prácticas, y permiten establecer diálogos y vínculos en los ámbitos de la educación superior, básica y media. Esto es una condición necesaria para una auténtica transformación educativa.

REFERENCIAS

- Acevedo-Díaz, J. A. (2017, 19 de abril). *Sobre leyes y teorías científicas*. Iberoamérica divulga. https://www.researchgate.net/publication/316189462_Sobre_leyes_y_teorias_cientificas
- Adúriz, A. (2007). La naturaleza de la ciencia en la formación de los profesores de ciencias naturales. En R. Gallego, R. Pérez y L. Torres (Ed.), *Didáctica de las ciencias: aportes para una discusión* (pp. 17-36). Universidad Pedagógica Nacional.
- Aristizábal, A. (2018). *Fortalecimiento de la identidad profesional docente mediante las interacciones en una comunidad de desarrollo profesional a través del uso de la historia de la ciencia* [tesis doctoral]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2019). *Informe anual*. <https://www.iadb.org/es/acerca-del-bid/informe-anual>
- Beijaard, D., Meijer, P. C., Morine-Dershimer, G. y Tillema, H. (Eds.). (2005). *Teacher Professional Development in Changing Conditions*. Springer.
- Brandom, R. (2002). *La articulación de las razones. Una introducción al inferencialismo*. Editorial Siglo XXI.
- Bruns, B. y Luque, J. (2014). *Profesores excelentes. Como mejorar el aprendizaje en América Latina y el Caribe*. Grupo Editorial del Banco Mundial.
- Calvo, G. (2014). Desarrollo profesional docente: el aprendizaje profesional colaborativo. En *Temas críticos para formular nuevas políticas docentes en América Latina y el Caribe: el debate actual* (pp. 112-152). Unesco.
- Couso, D. y Pinto, R. (2009). Análisis del contenido del discurso cooperativo de los profesores de ciencias en contextos de innovación didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), 5-18. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/132203>

- Dadgnino, R. (2007). ¿Cómo participa la comunidad de investigación en la política de cyt y en la educación superior? *Educación Superior y Sociedad*, 12(1), 23-61. <https://www.iesalc.unesco.org/ess/index.php/ess3/issue/view/35/36>
- Delord, G., Porlán, R. y Harres, J. (2017). La importancia de los proyectos y redes innovadoras para el avance de la Enseñanza de las Ciencias: El caso de un profesor de la Red IRES. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(3), 653-665. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92052652011>
- Duschl, R., Schweingrubert, H. y Shouse, A. (Eds). (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. National Academy of Science.
- Echeverría, J. (2006). La revolución tecnocientífica. *confines de relaciones Internacionales y Ciencia Política*, 1(2), 9-15. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-35692005000200001
- Erduran, S. y Dagher, Z. R. (2014). *Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education. Scientific Knowledge, Practices and Other Family Categories*. Springer.
- Johsua, S. y Dupin, J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. PUF.
- Lederman, N. y Abell, S. (Eds). (2014). *Handbook of Research on Science Education* (Vol. II). Routledge.
- Lewis, D. (1986). *On the Plurality of Worlds*. Blackwell. [http://daalv.free.fr/Master-2011-2012/LMPHI%20155%20-%20Anglais%20philo/Lewis-David-\(1986\)-On-the-Plurality-of-Worlds.pdf](http://daalv.free.fr/Master-2011-2012/LMPHI%20155%20-%20Anglais%20philo/Lewis-David-(1986)-On-the-Plurality-of-Worlds.pdf)
- Matthews, M. R. (2012). Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). En M. S. Khine (Ed.), *Advances in nature of science research. Concepts and methodologies* (pp. 3-26). Springer.
- Martínez, C. (2018). Propuestas de conocimiento escolar en las orientaciones curriculares para la enseñanza de las ciencias de la naturaleza en Bogotá. *Educação Unisinos*, 22(1), 53-62. <https://doi.org/10.4013/edu.2018.221.06>
- Ministerio de Educación Nacional. (2013). *Sistema colombiano de formación de educadores y lineamientos de política*. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-345485_anexo1.pdf

- Moraes, R. (2003). Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, 9(2), 191-211. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000200004>
- Pinar, W. (2014). *La teoría del currículo*. Narcea.
- Reid, D. y Hodson, D. (1993). *Ciencia para todos en secundaria*. Ediciones Narcea.
- Soria, M. y Hernández, R. (2017). Aportes a la formación docente desde comunidades de aprendizaje. *Revista del Cisen Tramas/Maepova*, 5(2), 131-145. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6939232>
- Tuay-Sigua, R.-N. (2020). Las comunidades de formación como condición de reconocimiento en la cualificación continua de profesores. En L. Sañudo y H. Ademar Ferreyra (Eds.), *Miradas y voces de la educación científica III. Innovación educativa con miras a la justicia social. Aportes desde la investigación educativa. Formación y desarrollo profesional docente*. (pp. 105-119). Universidad Católica de Córdoba. http://pa.bibdigital.ucc.edu.ar/2496/1/L_Ferreyra_Sa%C3%B1udo_Santamaria.pdf
- Valencia, F. (2019). *La educación en ciencias en la primera infancia desarrollada en comunidades de formación: un estudio de caso* [tesis doctoral]. Universidad Pedagógica Nacional.
- Wenger, E. (2001). *Las comunidades de práctica: aprendizaje, el sentido y la identidad*. Paidós.

*Conocimiento
profesional docente:
aportes para un debate
epistemológico respecto a
su caracterización a partir
de un estudio de caso¹*

Gerardo Andrés Perafán Echeverri
Universidad Pedagógica Nacional

En el marco del programa de investigación sobre el conocimiento del profesor se presentan los resultados de una investigación a cerca del sentido escolar de la noción de célula construido por el profesorado de biología en la enseñanza interactiva. Al partir de la categoría “conocimiento profesional docente específico asociado a categorías particulares” y aplicada al análisis de un estudio de caso,

1 . El estudio de caso central se refiere al Proyecto DED-370-14 “El conocimiento profesional específico del profesorado de biología asociado a la noción de célula”, financiado por CIUP-UPN.

se presentan evidencias respecto a cómo el profesorado de biología construye un sentido general sobre la noción célula, lo cual debe ser interpretado de manera diferente al sentido de la biología como disciplina no escolar. Este sentido emerge en el orden del discurso del aula a partir de la integración de diferentes sentidos parciales, subyacentes a sendas figuras discursivas tales como ejemplos, símiles, imágenes y metáforas, entre otras, que lo constituyen como parte de su naturaleza epistémica. Se muestra cómo dichas figuras son portadoras, en su conjunto, del sentido pleno de la noción escolar de célula. Por último, a partir de este estudio de caso y en referencia a otros desarrollados tiempo atrás, se sugiere una caracterización posible del conocimiento del profesor como uno epistemológicamente propio y diferenciado —por razones de origen e intencionalidad—, de otros como el conocimiento de sentido común y el conocimiento científico.

MARCO DE REFERENCIA

En el marco del programa internacional de investigación sobre el pensamiento y el conocimiento del profesor (Badillo y Azcárate, 2002; Ben-Peretz, 2011; Elbaz, 1983; García, 1992; Martínez, 2009; Perafán, 1997, 2004, 2011, 2012, 2015; Ponte, 2012; Porlán y Rivero, 1998; Shulman, 1986; Valbuena, 2007), nos propusimos identificar y caracterizar el conocimiento profesional específico del profesorado de biología, asociado a la noción célula.

Partimos de la hipótesis según la cual el profesorado de biología ha participado activamente en la construcción de la noción escolar de célula como categoría de enseñanza. Lo anterior en el marco de una hipótesis más amplia según la cual el profesorado, en las diferentes áreas de enseñanza, construye las categorías que enseña. Esto implica hablar de un conocimiento de contenido de la materia a enseñar y cuyo sujeto epistémico, es decir su constructor es el profesor.

La hipótesis en cuestión implica reconocer, históricamente, al profesorado, e especial al de biología, como un trabajador de la cultura y productor de conocimiento disciplinar en la escuela, y no solo como productor de saberes instrumentales en el ámbito de la enseñanza.

Tomamos como base trabajos previos en los que se han identificado cuatro tipos de saber asociados a la categoría de conocimiento profesional docente: saberes académicos, guiones y rutinas, saberes basados en la experiencia y teorías implícitas (Porlán y Rivero, 1998).

Esta síntesis histórica sirvió para la construcción de la categoría conocimiento profesional docente como sistema de ideas integradas (Perafán, 2004), la cual ha sido base, a su vez, de la categoría conocimiento profesional específico del profesorado, asociada a las categorías particulares (Perafán, 2011, 2012, 2015; Perafán y Tinjacá, 2012; Ortega y Perafán, 2012).

La pertinencia de esta última categoría proviene de la necesidad de abordar algunos problemas que, a nuestro juicio, se han presentado en la investigación sobre el conocimiento profesional docente, como:

- La gran proliferación y dispersión de nociones alusivas a dicho conocimiento (conocimiento pedagógico de contenido, conocimiento didáctico de contenido, conocimiento de la materia, conocimiento base, conocimiento curricular, conocimiento del contexto, conocimiento del alumno, etc.), las cuales son resultado de la redefinición que Shulman (1986) realizó de la categoría *pedagogical content knowledge* (PCK) para responder a un encargo burocrático del sistema político norteamericano; el cual buscaba cerrar la brecha entre las disciplinas y la pedagogía en la formación del profesorado, un problema que, según los expertos en educación, es la base de la crisis del sistema político, científico-tecnológico y educativo de las décadas precedentes. Esta redefinición se volvió viral y determinó el auge internacional de las investigaciones sobre el conocimiento del profesor, Shulman (1986) la entiende como una “mezcla entre materia y pedagogía por la que se llega a una comprensión de cómo determinados temas y problemas se organizan, se representan y se adaptan a los diversos intereses y capacidades de los alumnos, y se exponen para su enseñanza” (p. 8).
- Dicha redefinición permitió que algunos aspectos fundamentales para la comprensión del PCK quedaran ocultos. En efecto, nos referimos a los planteados por Shulman (1986): 1) el reconocimiento de que el PCK identifica los cuerpos de conocimientos distintivos para la enseñanza (p. 8). 2) El PCK es la categoría que, con mayor probabilidad, permite distinguir entre la comprensión del especialista en un área del saber y la comprensión del pedagogo (p. 8). 3) La docencia es un acto de

comprensión y razonamiento, de transformación y reflexión (p. 13). 4) El proceso de enseñanza se inicia, necesariamente, cuando el profesor comprende aquello por aprender y cómo se debe enseñar (p. 7). 5) El profesor se ve enfrentado al desafío de aprovechar lo que ya comprende y de transformarlo en un contenido apropiado para la instrucción efectiva (p. 14). 6) adicionalmente, dicha redefinición ocultó, también, otros aspectos fundamentales para la comprensión del PCK planteados por Gudmundsdóttir y Shulman (1986) como: 7) el potencial del currículo es crucial para el conocimiento pedagógico de contenido (p. 2). 8) La investigación sobre innovación muestra que los profesores lo ponen en práctica en los currículos que enseñan, ya que casi todos los cambian (p. 3). 9) Los materiales curriculares son más complejos y ricos en ideas que los pretendidos por los diseñadores de tales materiales, pues hay otras actividades e ideas distintas de las establecidas explícitamente por los diseñadores (p. 3). Del mismo modo, lo señalado por Grossman *et al.* (1989): 10) pueden haber diferencias fundamentales entre el conocimiento de la materia, necesario para la enseñanza, y el conocimiento de la materia *per se* (p. 4). 11) El trabajo de estos investigadores documenta y amplía la afirmación de Dewey, según la cual el conocimiento de la materia de un científico es diferente del conocimiento de la materia del profesor (p. 7). Estos planteamientos, entre otros diseminados en la obra de Shulman, conducen a una comprensión diferente del PCK como una construcción epistemológica propia, realizada por el profesor experto a partir de su condición de sujeto de comprensión. La comprensión de dicho sujeto da origen a su conocimiento para la enseñanza. Esto difiere de la clásica definición de amalgama entre disciplina y pedagogía.

Al volver la categoría de PCK, una especie de boleto burocrático que responde al encargo de diseñar una comisión de evaluación nacional de la enseñanza —en el marco de las políticas sobre estándares diseñadas a partir de los informes del grupo Holmes: “Tomorrow’s Teachers” y de la Carnegie Task Force: “A National Prepared: Teachers for 21st Century—, Shulman (1986) no solo deja de lado varios de sus valiosos aportes, sino que moviliza un ocultamiento del profesor

experto como el sujeto creador del conocimiento que enseña. Así, la estrategia de Shulman (1986) que consistió en preguntarse por las fuentes del conocimiento base, y no por la naturaleza epistemológica del conocimiento base, (la cual parte del supuesto de que la disciplina científica es el conocimiento base del contenido de la materia a enseñar), centró el tema del sujeto que produce dicho conocimiento base en las comunidades académicas, no en el profesor; con lo cual la enseñanza sigue siendo comprendida como carente de un sujeto propio, productor de un conocimiento escolar o, mejor dicho, el profesor ya no se identifica como el sujeto productor de la disciplina a enseñar. La enseñanza es una actividad sin sujeto epistémico, en lo que respecta a sus contenidos. En este caso, la estructura sustantiva y la estructura sintáctica del conocimiento del contenido de la materia a enseñar corresponden a la materia *per se* (Grossman *et al.*, 1989), aunque se insista que no es así.

La dificultad de desprenderse de la noción de “materia de una disciplina” como el “conocimiento del contenido para la enseñanza” hace que Grossman *et al.* (1989) afirmen que “todos nosotros estamos de acuerdo en que los profesores necesitan poseer un fundamento de conocimiento de la materia” (p. 10), lo que se entiende como un conocimiento de las estructuras sustantivas y sintácticas de las disciplinas (física, química, lingüística, etc.). Es decir, el conocimiento profundo y organizado de los marcos exploratorios o paradigmas y de los cánones de evidencia, usados por los miembros de la comunidad de expertos de una disciplina. Lo anterior simplifica la noción de conocimiento de contenido para la enseñanza por una transformación del conocimiento *per se* (disciplina), la cual enfatiza la disciplina foránea y oculta la pregunta y el desarrollo por la estructura o dinámica sustantiva y sintáctica del conocimiento construido, no transformado, por el profesor.

La conservación clásica de la diferenciación entre conocimiento disciplinar y conocimiento profesional ha permitido atribuir al profesorado un conocimiento profesional práctico (Connelly *et al.*, 1997; Elbaz, 1983; Tamir, 2005) y no un conocimiento disciplinar propio, el cual se ha identificado como producto de agentes profesionales externos (Ponte, 2012).

Al identificar y caracterizar, entonces, los cuatro tipos de saber que mantiene el profesorado de un área específica y asociarlos a la

construcción de una categoría particular, no solo se pretende superar las dificultades señaladas, sino que se contribuye a la comprensión e interpretación epistemológica de un tipo de conocimiento que puede ser reconocido como fundante de la profesión del profesor, del cual el profesor es el sujeto intelectual y productor de su sentido. A continuación, presentamos algunos resultados alcanzados por el autor con respecto al conocimiento profesional específico del profesorado, asociado a las categorías particulares.

EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DOCENTE ESPECÍFICO ASOCIADO A CATEGORÍAS PARTICULARES

Esta categoría se refiere básicamente a la recuperación histórica y al desarrollo de lo que el profesorado construye en torno a las nociones que enseña. Dicha categoría, como los desarrollos aquí anotados, la hemos presentado en otros trabajos (Perafán, 2015) en los siguientes términos:



Figura 1. El conocimiento profesional docente específico asociado a categorías particulares

Fuente: Perafán (2015).

Como se observa en la figura, hemos avanzado hacia la caracterización y conceptualización del contenido material no solo del

conocimiento profesional docente como categoría general, sino, más concretamente, en la caracterización del conocimiento profesional específico del profesorado vinculado a las diferentes áreas y asociado a categorías particulares. El conocimiento profesional específico del profesorado aparece, así, como un sistema de saberes integrados en el proceso de construcción de una categoría particular, o contenido de enseñanza. Una breve descripción de este esquema sobre el conocimiento profesional específico del profesorado asociado a categorías particulares permite aclarar lo siguiente:

Los saberes académicos asociados a categorías particulares

Estos aluden al hecho de que un sentido parcial de una categoría de enseñanza está relacionado con un trabajo de construcción consciente (racional-formal) por parte del profesorado, cuyo fin es ordenar la subjetividad en el aula en función de conseguir una mayor complejidad para la misma. En ese sentido, al enseñar una noción particular el profesorado produce conscientemente un orden discursivo del aula, constituido por una serie posible de relaciones de diferente orden y elaboradas en forma de metáforas, símiles, alegorías e imágenes, entre otras figuras discursivas. La función de estas es interpelar al estudiante para que devenga él mismo sujeto de ese orden, en la medida en que lo produce conceptual y vivencialmente como parte de su propia “estructura cognitiva”.

Esas relaciones son constitutivas del origen de la noción escolar que se enseña y son las responsables de crear el campo de resonancia cultural signifiante y significativo, a la vez, que promueve un enriquecimiento del sentido de la noción escolar al promover la existencia del sujeto sobre quien se produce dicho enriquecimiento. Se trata, por lo tanto, de producir un orden discursivo en el que un sujeto gana en complejidad y no necesariamente, de un orden discursivo en el que un objeto gana en determinaciones; no obstante, dicho objeto se puede identificar y caracterizar como consecuencia de la complejidad ganada por el sujeto. Nunca antes, como en el proceso de producción del conocimiento escolar, se había podido observar con claridad que el sujeto (estudiante) y el objeto (saber) son la misma cosa.

Así, al hablar de la noción de célula, entre otras, debemos referirnos no a nociones al margen de la escuela, sino a entidades epistemológicas y discursivas construidas conscientemente por el

profesorado en la escuela con el fin de formar sujetos. Esa construcción marca sentidos particulares que son los que nos interesan en este estudio. Este tipo de pensamiento se da en un proceso particular de lectura realizado por el profesorado sobre diversas fuentes culturales con las cuales produce nuevos sentidos, en el contexto de una intención de enseñanza constitutiva. En este ámbito, la lectura de los libros de referencia no es un ejercicio técnico de recuperación de sentidos estáticos, sino un ejercicio de producción de nuevos sentidos. A ese sentido, o sentidos particulares, apunta la idea de saberes académicos del profesor asociados a categorías particulares.

*Los saberes basados en la experiencia
asociados a categorías particulares*

Estos saberes están referidos a la construcción de un tipo de principios de actuación que devienen constituyentes de la noción enseñada, cuyo sentido específico se estructura en la mediación constitutiva de la intencionalidad de la enseñanza, en un ámbito de reflexión sobre la acción. El profesor reflexiona en y sobre la acción de enseñanza de una categoría particular, mediado por una intencionalidad específica, lo que marca diferencias significativas en la construcción de sentido. Las metáforas, las imágenes y los símiles —entre otras figuras constitutivas del discurso del profesorado en el aula—, orientadas por un tipo de racionalidad práctica, aparecen como dispositivos estructurantes del sentido de las nociones enseñadas como saberes prácticos, al ser productos de la reflexión del profesorado sobre su práctica de enseñanza de las nociones escolares. Así, dichas metáforas, imágenes y símiles no son instrumentos didácticos que ayudan a la enseñanza de la noción escolar; por el contrario, son dispositivos culturales ampliamente reflexionados por el profesorado que contribuyen a la construcción de un sentido particular de la noción. El sentido general de cada noción enseñada está inevitablemente mediado por estos principios de actuación. Las nociones escolares devienen, históricamente, en esta dimensión, nociones prácticas, porque el ámbito de su origen es la práctica profesional docente estructurada culturalmente como metáforas, imágenes y símiles.

Así, las nociones escolares, en esta dimensión práctica, son una suerte de dispositivos escolares contruidos por el profesorado con las cuales se promueve exitosamente la existencia de sujetos capaces

de ordenarse a sí mismos, en tanto ordenan su experiencia en una serie de operaciones relativamente complejas. Sin la referencia a esas operaciones las nociones escolares enseñadas por el profesor son incomprensibles. Ahora bien, en tanto estas operaciones contribuyen a la construcción de una dimensión práctica del sentido de la noción escolar, permiten que en el proceso de integración a la noción general esta última devenga un verdadero complejo epistémico. En efecto, como veremos más adelante en los estudios de caso, el conocimiento profesional docente específico asociado a categorías particulares, concretado en una noción cualquiera —número entero, nomenclatura química, escritura, etc. —, tiene integrada también —no exclusivamente— una dimensión práctica, consecuencia de este tipo de operaciones instituyentes del sentido general de la noción. Esa dimensión práctica de la noción escolar favorece la orientación de los sujetos en su vida y contribuye a la realización de la noción como estructura práctica de la subjetividad que la hace posible.

Los guiones y rutinas asociados a categorías particulares

Estas apuntan particularmente a la construcción de un tipo de estructura de conocimiento experiencial tácito que instituye, en parte, a las nociones escolares enseñadas por el profesorado y las identifica como actos intuitivos que permiten al sujeto ordenar, en una dimensión no necesariamente consciente, una parcela de su realidad; así mismo, resolver, de manera implícita, problemas asociados a la cotidianidad en relación con operaciones específicas situadas. Las nociones escolares en esta perspectiva forman parte del sentido de la cotidianidad o, más exactamente, contribuyen a la construcción de una parcela de su sentido para los sujetos interpelados por ellas en el aula. Sin embargo, al mismo tiempo, ese horizonte más o menos atemporal, atraviesa la experiencia del profesor en general y se desplaza como dispositivo que interpela a otros para hacer de la experiencia un continuo posible. Así, ordenar el mundo de la subjetividad escolar, desde un sentido parcial constitutivo de una noción escolar —en el sentido de abrir la dimensión humana a la posibilidad de ordenes cotidianos alternativos y significativos—, implica movilizar en la intersubjetividad las construcciones realizadas por el profesorado, lo cual encontramos ocurre en el aula.

Hay una cierta colonización del mundo de la vida cotidiana desde la escuela, causada por la condición de apelación a la educabilidad

propia del conocimiento escolar. Así, las nociones escolares emergentes desde la estructura de conocimiento experiencial, integradas a las nociones más generales (conocimiento profesional docente), a partir de la experiencia de enseñanza en el aula, son nociones que educan al promover la existencia de sujetos que ordenan su propia experiencia al estructurarse en un proceso de organización particular.

Como se ha trabajado en otros documentos (Perafán, 2011 y 2013), los guiones y rutinas, como saberes constitutivos de las categorías enseñadas por el profesorado, pueden ser entendidos desde dos perspectivas: una relacionada con las ciencias cognitivas para las cuales su condición implícita no niega la posibilidad de acceder a ellas por métodos relativamente estandarizados; la otra perspectiva se relaciona con la psicología profunda o psicoanálisis, cuyo acceso se hace indirectamente a través del método de asociación. En cualquiera de los dos casos se trata de sentidos originariamente ocultos a la conciencia, pero que actúan como fuerzas orientadoras de la cotidianidad.

Las investigaciones de aula sobre el conocimiento profesional docente revelan que al estudiarlo desde la perspectiva de la integración de saberes en el origen de una noción escolar concreta, el sentido de dicha noción escolar se encuentra constituido por una dimensión implícita (subconsciente e inconsciente) cuyo destino es interpelar al otro y orientar un tipo de organización subjetiva particular en función de dicho sentido. Cada noción escolar enseñada tiene un componente de sentido inconsciente (individual y colectivo), constituyente y actuante que se debe identificar, caracterizar y comprender. Tanto la fuerza del conocimiento experiencial tácito, milenario y dinámico, como la fuerza pulsional constitutiva de lo humano, hacen parte inalienable del proceso de construcción del sentido que el profesor realiza de las nociones que enseña.

Las teorías implícitas asociadas a categorías particulares

Estas expresan un conjunto sincrónico de proposiciones implícitas, referidas en el discurso del profesorado al sentido de las categorías enseñadas y construidas por los profesores sobre su relación edificante con la red de relaciones semánticas que constituyen la cultura institucional escolar donde se desempeñan. Dicha red —manifiesta en los documentos oficiales y en los diferentes discursos sobre los

contenidos— está referida, también, a las categorías enseñadas en la institución y, en tanto referente obligado, se convierte en un pretexto para la construcción de sentidos implícitos concretos en la enseñanza por el profesorado.

Los temas y sus procesos y procedimientos, designados institucionalmente para ser enseñados, se constituyen en pretextos para que el profesor inconscientemente desarrolle metáforas, símiles, imágenes y otras figuras discursivas con las cuales construir un sentido particular de las nociones enseñadas. Por su naturaleza implícita, estas metáforas, símiles e imágenes portadoras del sentido de la noción enseñada pueden ser identificadas, no tanto en los informes orales de los profesores como sí en el análisis de la estructura lógica subyacente a los acontecimientos de la enseñanza. Este conjunto de acontecimientos ocurridos en el aula al enseñar una noción cualquiera, lejos de ser un montón deshilvanado de hechos heteróclitos, se revela como una unidad de sentido subyacente, la cual marca sentidos particulares a la noción enseñada al leerse como proveniente de su relación con los referentes culturales institucionales.

Así, las nociones escolares de número entero, nomenclatura química o escritura, entre otras, portan unidades de sentido particulares y emergentes, provenientes de metáforas, imágenes y símiles inconscientes, que fueron construidos por el profesorado en su relación con los referentes culturales institucionales de obligada inmersión. Lo importante de la identificación y diferenciación de estos saberes (teorías implícitas asociadas a categorías particulares) radica en esclarecer que los temas designados institucionalmente para ser enseñados no tienen un sentido estático, sino que pasan por el tamiz de las relaciones inconscientes y productoras de sentido propias de la subjetividad profunda, de la cual dependen los sentidos como condición *sine qua non*.

Antes que ocultar o desconocer los aportes que la subjetividad profunda del profesorado produce, en relación con la red semántica institucional escolar al estructurar las categorías de enseñanza, conviene investigar cómo cada noción de enseñanza aporta e interviene en los procesos de formación de los estudiantes como sujetos de dichas nociones en el acto mismo de enseñanza.

A continuación presentaremos algunas evidencias de cómo el profesorado de biología construye un sentido general sobre la noción

escolar de célula, la cual debe ser interpretada de manera diferente a la noción de la biología como disciplina no escolar. Con esto pretendemos mostrar uno de los tantos casos en que hemos usado la categoría “conocimiento profesional específico del profesorado, asociado a categorías particulares” como herramienta conceptual para investigar sobre la naturaleza y dinámica del conocimiento de los profesores.

EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL ESPECÍFICO DEL PROFESOR DE BIOLOGÍA ASOCIADO A LA NOCIÓN ESCOLAR DE CÉLULA²

Este apartado evidencia la multiplicidad de relaciones posibles de construir a partir de la organización de los componentes epistemológicos diseminados en el discurso docente; esto para dar cuenta de la noción, categoría o concepto³ escolar de célula, la cual, a nuestro juicio, ha sido construida históricamente por el profesorado de biología, al menos por los partícipes de esta investigación. En ese orden de ideas, nuestro reto ha sido presentar, en un primer lugar, los “sentidos parciales” sobre la noción, categoría o concepto escolar de célula, diseminados en el orden discursivo de los profesores participantes de la investigación. Por definición, hay un sentido propio de la noción escolar de célula que pertenece al dominio de los saberes académicos, otro que pertenece al dominio de los saberes basados en la experiencia, un tercero asociado al dominio de teorías implícitas y un cuarto propio del dominio de saber denominado guiones y rutinas. Cada uno de estos sentidos debe ser presentado de acuerdo con las determinantes identificadas históricamente como constitutivas de cada tipo de saber, en relación con el estatuto epistemológico que diferencia cada saber y a su especificación como un dominio distinto.

En segundo lugar, el reto se extiende a presentar el sentido más general de la noción escolar de célula que mantienen los profesores

2. Los desarrollos aquí presentados hacen parte del informe presentado al CIUP, como entidad financiadora del proyecto DED-370-14 “El conocimiento profesional específico del profesorado de biología asociado a la noción de célula”; los mismos han sido incluidos como parte de un artículo que se encuentra sin publicación.

3. Claramente, no diferenciaremos entre categoría, concepto o noción, no porque queramos desconocer los desarrollos propuestos sobre este tema, sino porque no es asunto de vital importancia para el estado actual de la investigación sobre el conocimiento que ha construido históricamente el profesorado. En efecto, buscamos comprender e interpretar el sentido que el profesorado construye sobre las categorías, nociones o conceptos que enseña, no a través de, sino en el proceso discursivo que él instala en el aula y que lo instala como profesor.

de biología, producto de la integración de los “sentidos parciales”. El sentido general de la noción escolar de célula, entendido como el conocimiento profesional específico del profesorado de biología asociado a la enseñanza de esa noción particular, se encuentra diseminado en el complejo discursivo que él produce, mediado por la integración constitutiva de los cuatro ámbitos de saber que históricamente lo han instalado como docente. Dar cuenta de esta integración constitutiva de su subjetividad u orden discursivo constituyente de su identidad como profesor de biología en la enseñanza de la noción escolar de célula, es necesario para comprender e interpretar el sentido del conocimiento profesional específico del profesorado de biología asociado a esta noción.

Por último, cabe resaltar de nuevo que, tanto lo que llamado sentidos parciales asociados a ámbitos de saber diferentes, como el sentido general de la noción escolar de célula son resultado de la interpretación de las diferentes figuras literarias o, más exactamente, figuras discursivas propias de la identidad emergente del profesorado en el proceso de enseñanza de una noción particular. Estas figuras discursivas no son recursos o instrumentos didácticos en el sentido tradicional de este término, sino verdaderos dispositivos constitutivos e instituyentes del sentido. Así, no es *a través de* ellas, sino *en* ellas donde tiene lugar el sentido de la noción escolar, como su esencia o materialidad propia.

Los saberes académicos del profesor de biología como dominio instituyente de un sentido parcial de la noción escolar de célula

Como hemos afirmado en otros trabajos (Perafán, 2005; Perafán, 2013; Ortega y Perafán, 2012; Perafán y Tinjacá, 2014), los saberes académicos son un dominio histórico y cultural instituyente del conocimiento profesional específico del profesorado. No se puede pensar el problema del sentido concreto de las categorías enseñadas por fuera del componente del saber académico, que, por definición, se integra a estas. Así, para comprender e interpretar el sentido general de la categoría escolar de célula enseñada por el profesorado de biología es necesario identificar y caracterizar, también, el sentido parcial de dicha categoría, el cual denominamos académico, pues se encuentra diseminado en el orden discursivo producido por el profesor de biología.

Las ilustraciones como creaciones imaginarias que dotan de sentidos académicos específicos la noción escolar de célula

La definición de una ilustración como una comparación opuesta⁴ alude a un tipo de figura literaria que, si bien es cierto guarda relación con el símil, permite ir más allá de este para identificar un dato que requiere de interpretación, pues la comparación no es lineal, ni evidente. Así, nos parece que la figura literaria de la ilustración aparece en el orden discursivo de los profesores de biología participantes de esta investigación. En efecto, dibujar o apoyarse en el dibujo es una comparación opuesta que crea con la imaginación, más allá de los datos sensibles, una representación o modelo solo posible en la estructura actual del sujeto interior, impulsada por la fuerza del discurso o de la palabra, pues las condiciones de su observación real para su comparación directa son epistemológicamente impensables.

Ahora bien, la aparición de esta figura, en el orden discursivo del profesorado de biología al enseñar la noción de célula, obedece, en algunos episodios, a componentes epistemológicos definidos como constitutivos de la estructura propia del dominio de los saberes académicos. Para ver esto, tomemos episodios provenientes, tanto de la observación de clases como de la aplicación de la técnica de estimulación del recuerdo (TER). En el episodio 38, de la primera sesión de TER aplicada con la profesora Patricia (TER-sesión 1, profesora Patricia, episodio 38) se comentan apartes de los episodios 115, 118 y 119 de su clase 3, (los cuales en adelante denominaremos apartes de los episodios del video de referencia (ApEpViRe), para distinguirlos del video donde quedó grabada la TER asociada a los mismos (ApEpViRe: 15, 118 y 119, clase 3, profesora Patricia). Allí, aparece una alusión a un *recuerdo* asociado a una escena ocurrida en su educación universitaria, concretamente el recuerdo de unas las gráficas que le evocaron el episodio observado y comentado:

ApEpViRe: 115, 118 y 119, clase 3 profesora Patricia

Profesora: ¿Cómo van esos dibujos? Voy a pasar a mirarlos. [...] Eso que ustedes están haciendo de mirar los detalles está super, es lo que quiero que hagan. [...] Estamos haciendo unas observaciones buenísimas. Se nota que están trabajando bien.

4. Para una mayor comprensión de la definición que usamos puede confrontarse Paulo Javier (2009).

TER-Sesión 1, profesora Patricia, episodio 38

Profesora: cuando yo vi los pelos en el insecto me acuerdo de las clases de la Nacional sobre biología celular. La estratificación de las células, los folículos pilares vienen de células cúbicas estrato uno planas o superficies planas. Esas se reunían de tal forma que provocaban el folículo pilar o el pelo. Yo recordaba de esas gráficas y me gustaría que ellos preguntaran sobre ese pelo y saber de dónde sale para que busquen esas explicaciones.

En el caso concreto de este episodio el sentido de las gráficas tiene un “origen” relacionado simbólicamente con un escenario de tipo académico. Es correcto, entonces, afirmar que parte del sentido de la figura discursiva que hemos llamado ilustraciones tiene un origen en una transposición didáctica, en el sentido que ha sido dado a este concepto Perafán (2013).⁵

Dicho lo anterior, nos interesa señalar, primero, la idea de la ilustración como incitación de la imaginación. Esta figura discursiva permite comparar los ejercicios hechos por los estudiantes y el profesor —consistentes en dibujar células o partes de organismos “observados” a simple vista, con lupa o con el microscopio— con la incitación de la imaginación para la preparación del sujeto en la construcción de múltiples realidades posibles. La figura de la ilustración alude a una construcción de sentido que ocurre en el interior de los sujetos, la cual, a su vez, compromete un sentido de la noción escolar de célula como una modelación de la estructura compleja de la vida desde el interior del sujeto. Dicha complejidad se muestra no en el dibujo mismo, sino en la comprensión del “viaje” al interior que lo hace posible.

Lo anterior se evidencia en los episodios 61, 63 y 65 de la segunda sesión de la TER, los cuales aparecen a propósito de la observación de algunos apartes de los episodios 7, 9, 11, 17, 18, 24, 30, 44, 45 y 46 de la clase 1 de la profesora Patricia:

5. Sugerimos la lectura de este artículo a quienes deseen ampliar la comprensión respecto al vínculo entre saberes académicos y transposición didáctica, la cual, por razones prácticas, no podemos abordar en este capítulo.

TER-Sesión 2, profesora Patricia, episodio 61, 63 y 65

Episodio 61

Autor: ¿qué recuerdas que pensabas mientras ibas haciendo el dibujo de la vena, mientras les preguntabas qué forma tienen, hasta que llegaron a la idea del pitillo?, ¿qué pensamiento te orientaba ahí?

Profesora: siempre estoy pensando en ese viaje, hacerlos viajar de lo grande a lo pequeño, pero ¡ahhh!, es que sería muy bacano tener muchas ilustraciones, entonces yo recurro mucho a la imaginación de ellos.

Episodio 63

Profesora: pero mi sueño, o mi interés o lo que yo planeo es que como que uno se lo imagine, que van viajando y que van de pronto esa película de viaje al interior del ser humano, en la que ellos entran por el corazón y ven, todo eso.

Episodio 65

Autor: ¿qué es más funcional, o qué es más pertinente para la comprensión de la noción de célula, el uso del microscopio o el uso de la imaginación?

Profesora: lo que pasa es que en el momento en qué se utiliza el microscopio, se pierde la magia de la imaginación, entonces, de pronto también, que me parece clave en el aprendizaje, utilizar la imaginación, por eso el microscopio es la herramienta final, como la de corroboremos como me imaginaba yo que era eso.

Así, pues, el uso de la imaginación, como viaje al interior que constituye el sentido del acto de dibujar, es el dato más significativo en la comprensión que la profesora mantiene sobre lo que hemos llamado la figura de la ilustración. Ahora bien, en el episodio 36, correspondiente a la primera sesión de la aplicación de la TER, el cual está asociado a partes de los episodios 115, 118 y 119 de la clase 3 de la misma profesora, aparece una alusión a la idea de los dibujos como una manera de ver más allá de lo evidente.

ApEpViRE:115, 118 y 119, clase 3, profesora Patricia:

Profesora: ¿cómo van esos dibujos? Voy a pasar a mirarlos. [...] Eso que ustedes están haciendo de mirarlos los detalles está super, es lo que quiero que hagan. [...] Estamos haciendo unas observaciones buenísimas. Se nota que están trabajando bien.

TER-Sesión 1, profesora Patricia, episodio 36

Autor: ¿qué significan observaciones buenísimas para ti?

Profesora: cuando me muestran que están observando más allá de lo evidente. Cuando empiezan a ver esos detalles pequeñitos y por ejemplo cuando ellos diferencian dónde se ve: claro, oscuro, líneas muy delgadas, pelitos. Diferencias que para cualquier ojo pasarían desapercibidas, ellos ya lo están encontrando. Eso me demuestra que ellos están concentrados. Que están dedicados y en la búsqueda de esos pequeños detalles.

Pero ¿qué significa en el orden discursivo de la profesora ver más allá de lo evidente? Ver más allá de lo evidente está mediado mínimamente por un trabajo realizado por los sujetos. No hay pues una concepción ingenua del mirar. Ver es trabajar. Sin ese trabajo no hay percepción. En algunos casos, el trabajo al que se refiere la profesora consiste en un acto de concentración, el cual remite a la figura del viaje al interior para plasmar lo que comprenden como detalles, que otros no pueden ver, porque se trata de viajes diferentes.

TER-Sesión 1, profesora Patricia, episodios 53 y 86

Profesora: de pronto, ahí también como que quiero que los niños se den cuenta... detalle a detalle cuando les digo ahí, es como busquen eso, dibujen eso... yo creo mucho, con los niños, en la estrategia del dibujo, me parece que es muy útil, porque: uno, los ubica, concentra; y dos cuando ellos logran esa concentración plasman cosas que inclusive uno no ve, cosas como ellos las ven, que ven y que le permite a uno también intuir y dirigir su trabajo. Entonces yo hago mucho eso con ellos, les insisto mucho en dibujar, en plasmar, en concentrarse.

Hay que insistir en este punto: se trata de trabajar, de dibujar lo que cada uno “ve”, lo que cada uno se puede representar. Se trata, por lo tanto, de algo así como una creación artística libre, que, si bien tiene un pretexto en la observación a través del aparato, no encuentra ahí sus límites. Por el contrario, el trabajo consiste en dibujar —y validar la visión propia—, aquello que quizá los otros no podrían plasmar en detalle por tratarse de una experiencia o viaje al interior. Por otra parte, los dibujos no son la representación de lo que la profesora quisiera que ellos vieran: su propia representación construida “idiosincrásicamente”, sino lo que ellos pueden modelar desde su interior. Así, la ilustración consiste básicamente en movilizar

discursivamente la imaginación para que los estudiantes puedan modelar en su interior un sentido parcial de la noción de célula.

Esto se acredita mejor en los siguientes episodios, tomados de la aplicación de la tercera sesión de la TER (TER- Sesión 3, profesora Patricia, episodios 22, 26 y 27), en los cuales la interpretación inicial de la profesora sobre los episodios 26 y 27 de la clase 4 es sometida a un análisis epistemológico orientado por la figura de las ilustraciones como creaciones imaginarias.

ApEpViRe: 26 y 27, clase 4 profesora Patricia:

Episodio 26

Profesora: ustedes no están dibujando mi cebolla ¿cierto Yajudá? Tú estás dibujando las cebollas que hay acá. Esta es la cebolla como yo la veo, la profe Patricia la ve así, y este es el dibujo de la profe Patricia. Yo quiero ver tú cómo ves tu cebolla y cómo la dibujas.

Episodio 27

Profesora: ustedes no van a dibujar mi dibujo, ustedes van a hacer su dibujo de la cebolla cabezona ¿Estamos claros? [...] Así es como yo la veo, yo voy a hacer mi dibujo de cómo veo la cebolla.

TER-Sesión 3, profesora Patricia, episodios 22 y 26

Episodio 22

Autor: ¿si ves que insistes en varios episodios, en las distintas clases, en ese tema?: “yo voy a hacer mi dibujo, este es mi dibujo, ustedes deben hacer su dibujo, quiero ver su dibujo”, ¿no?

Profesora: y lo otro también es darles a ellos la importancia que se merece el trabajo de cada uno, porque también es, no sé si lo he dicho acá, pero sí lo pienso, yo no tengo la potestad de invalidar la manera como cada uno puede ver la cebolla cabezona.

Episodio 26

Autor: desde el punto de vista epistemológico, la sesión pasada decíamos que es probable que así como no hay partículas fundamentales —en el sentido de la última composición material, inmodificable, idéntica a sí misma, trascendente—, físicas constitutivas del universo; así como, al parecer eso no existe, sino que la noción de partícula fundamental es un concepto (la noción de estado estacionario de la materia sería otro concepto alternativo al de partícula fundamental); así mismo, en la biología, decíamos, podríamos pensar que la célula, como unidad morfológica y funcional última constitutiva del ser vivo, no existe ontológicamente, sino como concepto, como

representación, como modelación; de tal manera que una comunidad de biólogos entenderá eso de una manera, otra comunidad de biólogos de otra escuela entenderá eso de otra manera y no se refieren tanto a una cosa existente en sí misma independiente de la mirada, sino a un proceso histórico de comprensión, de interpretación, que en última queda en un concepto.

Profesora: ujum, sí.

Episodio 27

Autor: si eso fuera así, si la célula no es una realidad ontológica existente en sí misma, sino que la célula es un concepto que corresponde a una disciplina o a unas disciplinas, sería mucho más consecuente no hacer evaluaciones sobre el concepto tal y como él es, porque no hay un juez último, una realidad que diga cuál es; entonces, así como los biólogos tienen diferentes formas posibles de comprender la noción de célula, pues en general los estudiantes y el profesorado deben tener también una posibilidad diversa de concreción o de atribución de sentido a esa noción de célula. ¿Te parece?

Profesora: ¡ufff!, sí, súper, así como tú lo has dicho, ¡claro!, estás dándole palabras a la manera como yo veo, ¡claro!, yo no puedo, porque es muy propio, muy particular, es muy de cada individuo, el niño es el que le da vida a esa palabra célula, es el que le da forma, es el que, entonces es individual, es un proceso individual, en el que yo soy completamente externa y no tengo como evaluarlo.

La insistencia, verificable en un porcentaje alto de episodios, en la idea de que cada estudiante dibuja de manera diferente según lo que “ve” —aún frente a la experiencia del microscopio—, obedece a la convicción epistemológica profunda del profesorado de que no existe un objeto en sí denominado célula por fuera de la praxis del vivir del observador (Cf. Maturana, 1997). La profesora no busca sustituir una representación ingenua por otra, supuestamente, más elaborada. Más bien busca incitar la imaginación como capacidad de modelación, desde el interior, de lo real; pues, en últimas, la célula es una noción, concepto o categoría escolar que cae en el dominio de las explicaciones de las praxis del vivir como experiencia del observar o, lo que es lo mismo, del fenómeno de realizar distinciones en el lenguaje que somos.

Dicho lo anterior, podemos afirmar que la noción escolar de célula construida por los profesores de biología, por lo menos por los participantes de la investigación en cuestión, y el sentido subyacente

a la figura discursiva que componen los saberes académicos de dichos profesores son, parcialmente, lo mismo. Así, podemos definir la noción escolar de célula como creaciones imaginarias.

Los saberes basados en la experiencia como dominio instituyente de un sentido parcial de la noción escolar de célula que mantiene el profesor de biología

Los saberes basados en la experiencia son un dominio histórico y cultural instituyente del conocimiento profesional específico del profesorado (Perafán, 2013, 2015). Al estudiar las condiciones de orden epistemológico, antropológico y posestructuralistas que median el fenómeno de enseñanza en las aulas, cabe afirmar que las categorías efectivamente enseñadas en la escuela no pueden ser comprendidas por fuera del componente de saberes basados en la experiencia, pues, por definición, dicho dominio se integra necesariamente a esta. Así, para comprender e interpretar el sentido general de la categoría escolar de célula, es necesario identificar y caracterizar, también, su sentido parcial, el cual denominamos saberes basados en la experiencia y se encuentra diseminado en el orden discursivo que produce el profesor de biología.

Metáfora de la oposición entre lo macro y lo micro como construcción de la relación vida-célula-abstracción en la composición parcial del sentido de la noción escolar de célula

La metáfora, entendida como una comparación implicada, transforma las palabras de su significado literal a otro nuevo y notable.⁶ Ciertamente, el juego de oposiciones entre lo macro y lo micro, que surge en varios episodios constitutivos del orden discursivo del profesorado de biología cuando enseña la noción de célula, alude a algo más que a una comparación entre lo que un sujeto ideal puede “ver a simple vista” y lo que puede “ver en detalle” con un microscopio. El sentido nuevo o notable tiene que ver con la construcción de una compleja red de relaciones en la formación del sujeto, el cual asocia lo macro y lo micro a la composición de la noción escolar de célula como explicación de la praxis del vivir propio.

No obstante, es necesario advertir que la aparición de esta figura responde a componentes epistemológicos que han sido defi-

6. Para una mayor comprensión de esta definición puede confrontarse Paulo Javier (2009).

nidos como constitutivos de la estructura propia del dominio de los saberes basados en la experiencia. El viaje de lo general a lo concreto, entendido como el puñado de imágenes y razones construidas por el profesor para la comprensión del término célula en su lenguaje, constituye un componente de sentido cuyo estatuto epistemológico fundante es la práctica profesional. Esto puede verse más claramente en los siguientes episodios, tomados de la sesión primera de la TER:

TER-Sesión 1, profesora Patricia, episodios 63, 65, 70 y 71

Episodio 63

Autor: ahí hay una tensión interesante que parece muy importante para incorporar la noción escolar de célula. Porque eso está presente en la enseñanza: si tú no partes de lo macro a lo micro y si lo micro no se te convierte en lo macro, entiendo que no hay enseñanza.

Episodio 65

Autor: por el contrario, yo considero que para el profesor de biología, en este caso tú, en el orden del discurso qué produce en el aula para enseñar la noción de célula, todo este viaje es fundamental, tu experiencia te ha enseñado que es fundamental.

Profesora: sí, claro, depende de con qué se mire; no lo había visto así, pero es cierto.

Episodio 70

Autor: académicamente tú vas construyendo una representación que te hace pensar que ese viaje es necesario y, seguramente, tu experiencia en la enseñanza con otros grupos, igualmente, te lleva a esa conclusión. Yo me imagino que tú como profesora ya no obviarías el viaje.

Profesora: ¡no!, cada vez le coloco más elementos. Lejos de hacerlo más corto lo hago más largo.

Episodio 71

Profesora: yo pensaba que el paso, o la estación por el estereoscopio es clave. Entonces ya uno va pensando qué otras herramientas incorporar. Pienso que el viaje hay que mantenerlo, casi no le quito elementos, casi siempre le agrego. De quitar casi nunca hay nada, no obstante, de poner hay mucho, mucho y uno se va dando cuenta en la construcción en el camino.

En lo que sigue trataremos de evidenciar que la metáfora, además de tener ese estatuto epistemológico como lugar de emergencia,

alude a los sentidos mencionados. En diferentes episodios de la TER, la profesora alude a la célula como algo abstracto que requiere de algo más que la experiencia de ver a través del microscopio para ser comprendida. Veamos, por ejemplo, el episodio 33 de la primera sesión de la TER en relación con el episodio 22 de la clase 4 de la profesora Patricia:

TER-Sesión 1, profesora Patricia, episodio 33

Episodio 33

Autor: ¿cómo definirías la noción de célula?

Profesora: como la explicación de vida más pequeñita que hay, como la explicación de lo que es vida en forma más pequeña.

Autor: en ese sentido lo macroscópico ¿cómo se relaciona con la noción de vida?

Profesora: todo este conjunto, unir todas estas pequeñas células, estas nociones de vida me permiten encontrar algo más grande que es por qué están ellas ahí, porque están organizadas, por qué se relacionan (¿comunican?), por qué se organizan y por qué permiten que eso este ahí. Si no están las células no se puede dar lo otro. Cuando yo comencé con el trabajo de lo macro, yo quería llevarlos como en un viaje de lo grande a lo pequeño. Entonces por eso también insistía en que esto es lo grande, esto es a simple vista, ya después le quitamos las cascaritas, era como irlos introduciendo en un viaje hasta llegar a la célula de cebolla.

Desde el punto de vista de la biología escolar, para los profesores de biología la célula se devela como una explicación o noción de vida más pequeña. El viaje a lo pequeño se relaciona, entonces, con la construcción de una explicación o noción de vida sobre la vida, sobre la experiencia del vivir. Sin este nivel de abstracción el discurso del profesor de biología aparece más bien heteróclito, deshilvanado; sin embargo, en atención a ese nivel de abstracción el discurso deviene coherente y comprensivo ante nuestros ojos.

No es, pues, la condición supuestamente material, sino la condición abstracta de la noción escolar de célula, “ya que hablar de célula es abstracto y lejano”. Esto implica u obliga a poner en escena el camino que va de lo macro, es decir lo que se ve a simple vista, a los más concreto, el puñado de imágenes y razones invisibles, el cual necesita de una larga preparación de cultura para ser comprendido y

modelado en su condición de ser abstracto. A mi juicio esa larga preparación cultural promueve el viaje referido por la profesora Patricia. Esto se evidencia en episodios tales como el 155 de la sesión segunda de la TER aplicada a la profesora Patricia:

TER-Sesión 2, profesora Patricia, episodio 155

Episodio 155

Autor: la otra pregunta es: ¿vale la pena plantearse una existencia ontológica, independiente, de una cosa que se llame célula en la escuela, si efectivamente, lo que llamamos célula en la escuela es el producto de todos estos procesos de comprensión profesor-alumno?

Profesora: es que la única realidad de célula es a la que llega el estudiante, después de la construcción, el resto no existe, entonces desde esa medida y desde ese punto de vista no existe, y en cuanto a la parte de la ontología, claro, es la misma, porque es la que el niño le dio vida, a partir de, en este caso, ese viaje y su producto final es este, no hay otro, o sea, no hay un antes de eso, no lo hay.

Entonces, la célula escolar, lejos de ser la estructura o partícula microscópica última constitutiva de lo vivo, en oposición a la estructura compuesta de órganos u organismos vivos, aparece como una noción que alude a los diferentes niveles de organización de lo vivo en la experiencia del vivir de cada estudiante. Esa organización se produce como una construcción de la relación vida-célula-abstracción. En ese orden de ideas, el sentido subyacente a la metáfora de la oposición entre lo macro y lo micro aparece integrado, en el orden discursivo de los profesores de biología, a la construcción del sentido general de la noción escolar de célula. Así, por definición, la noción escolar de célula y el sentido construcción de la relación vida-célula-abstracción son, parcialmente, lo mismo.

Los guiones y rutinas como dominio instituyente de un sentido parcial de la noción escolar de célula que mantiene el profesorado de biología

Los guiones y rutinas han sido reconocidos, igualmente, como un dominio de saber integrado al conocimiento profesional específico del profesorado (Ballenilla, 2003; Perafán, 2001; Porlán y Rivero, 1998). Así, son también un dominio de saber integrado al conocimiento profesional específico del profesorado de biología asociado a la noción

escolar de célula. Se trata de un tipo de sentido específico constitutivo de la noción de célula cuyo estatuto epistemológico se remonta a la compleja y variada historia de vida del profesorado de biología. Orientados por este principio, para comprender e interpretar el sentido general de la categoría escolar de célula, es imprescindible identificar y caracterizar, también, el sentido parcial de la noción de célula escolar que hace parte del dominio de los guiones y rutinas, el cual se encuentra diseminado en el orden discursivo del profesor.

El símil del misterio de la vida como información y programa: sentidos inconscientes en la composición parcial del sentido de la noción escolar de célula

El símil consiste en una comparación formal entre dos objetos que busca impresionar la mente con algún parecido o semejanza. La aparente evidencia de la organización de lo vivo, tanto en su expresión macro, como microscópica apunta formalmente al asombro; sentido, éste último, que queda oculto en la forma enigmática en la que, en ocasiones, se presentan algunos episodios constitutivos del orden discursivo del profesorado de biología cuando enseña la noción escolar de célula. La vivencia de dicha organización origina la pregunta por aquello que subyace a su condición y posibilidad. Así, la noción escolar de célula enseñada se carga de un alto valor intuitivo que, a nuestro análisis, aparece como relacionado con la información como motor estructurante y vital.

Ahora bien, la aparición de esta figura depende del modo como algunos episodios de la vida personal han afectado, de manera inconsciente, la identidad epistemológica del maestro al promover sentidos concretos que se integran a la noción en cuestión.

TER-Sesión 1, profesora Patricia, episodios 23 y 24

Episodio 23

Autor: como experiencias escolares o de tu vida: ¿tienes algún recuerdo en términos de eso que llamas detalles?

Profesora: por fuera yo tuve enamoramiento por el misterio de la vida, siempre ha estado conmigo y ese misterio de cómo se da todo eso. Lejos de la medicina que nunca me llamó la atención.

Episodio 24

Autor: ¿tienes algún recuerdo de niña en relación con el misterio de la vida?

Profesora: no, la etapa de preguntona me la quitaron. “No pregunte tanto” de eso me acuerdo.

Autor: ¿en algún momento cuando niña la vida fue un misterio?

Profesora: sí, siempre he sido muy contemplativa, de ir: mirar, observar y preguntarme por qué se dan, dónde se dan y dejar que pase y que fluyan e irme con el recuerdo y relato de lo visto.

Autor: ¿algún episodio de tu infancia que recuerdes eso?

Profesora: ¡las hormigas!, me encantan, yo voy a tierra caliente y pasé horas y horas mirando hormigas.

En el fondo se trata, entonces, de una plataforma de misterio o secreto (Derrida, 1998) a la base de la comprensión de la noción de célula, a la que la profesora se refiere como vida. Se trata, como lo afirma la profesora, de un enamoramiento por el misterio de la vida asociado a la censura de la que fue objeto en la infancia al llamarla “preguntona”. Así, podemos entender que, como lo plantea Bachelard (1985) “la intuición del querer-vivir [...] tiene un origen común este origen común está en el inconsciente” (p. 191). Para nosotros es sorprendente evidenciar que esa intuición tiene origen en el inconsciente y está relacionada, privilegiadamente, con las nociones de información y programa. En el caso de la profesora Patricia, su encantamiento por las hormigas está suscrito al fenómeno de la comunicación o intercambio de información, pero en verdad se trata de la comprensión del misterio la vida, que migra intuitivamente a la noción de célula, como un puñado de información. Es quizá la intuición inconsciente más poderosa que identifica la célula como una función de información. En este caso, la estructura proscrita, la que precisamente da origen al misterio, es la de la información desterrada, expatriada, condenada por la vía de la negación de la estructura subjetiva del preguntar.

TER-Sesión 1, profesora Patricia, episodios 28 y 29

Episodio 28

Profesora: es que para mí la enseñanza y de la biología son cosas que lo enamoran a uno, y el estudio debe ser algo que lo enamore a uno. Como las pasiones ¿no? Esas pasiones ya no las siente uno en los

muchachos y en los niños, ya se siente como amores efímeros y voy en búsqueda de las pasiones para capturarlos.

Episodio 29

Autor: ¿La primera pasión por tus hormigas?

Profesora: (risas) esa fue una y la otra...

Autor: ¿recuerdas algún episodio concreto de eso en algún lugar?

Profesora: en esa película *Ángeles e insectos*, hablaban de cómo se comunicaban las hormigas con las antenas, entonces cuando yo las miraba sí veía eso. Y yo decía y esa tocó a esta y esa se habla con otra y otra, veía esa cadena de comunicación. Entonces lo de las hormigas me llamaba la atención. La otra era, dónde tienen el *chip*, que son tan organizadas, tan... cómo si fueran programadas.

Lo que se niega a ser develado en la composición de la noción escolar de célula es su relación con la noción de información, aspecto que se hace manifiesto en el misterio de la comunicación de las hormigas, que arrebató y enamora a la profesora Patricia; por ejemplo, a los personajes de la película que a ella la ha marcado. Lo que se encuentra reprimido, el saber proscrito, lo que la ciencia materialista ha reprimido, pero que queda como saber latente en la estructura interna del ser docente, es el hecho de que la célula y, por ende, la vida, es fundamentalmente información. La organización parece deberse a un programa que subyace a la constitución de la célula, de las hormigas, de los seres vivos y de la vida.

La célula escolar aparece como un principio vital, cuya condición o naturaleza es abstracta en tanto se parece más a lo que hoy entendemos como información; parecido a la noción de función de onda en la física contemporánea susceptible de ser colapsada y producir posibles realidades múltiples. Que la célula escolar sea información implica que sea una función de onda que puede ser colapsada por la mirada de cada estudiante y producir múltiples realidades posibles en el aula, como acontece conscientemente ante la mirada de la profesora. La célula sería un puñado de razones, un programa escrito en una matemática de la probabilidad que, en potencia, contiene todo lo que un individuo podría llegar a hacer y ser.

Cabe afirmar, entonces, que a la noción escolar de célula se integra el sentido subyacente al símil del misterio de la vida y, por lo tanto, la noción de célula escolar y el sentido de información y programa son, parcialmente, lo mismo.

Las teorías implícitas como dominio de saber que establece un sentido parcial de la noción escolar de célula enseñada por el profesorado de biología

En la misma lógica, afirmamos que las teorías implícitas son un dominio de saber integrado en la configuración histórica del conocimiento profesional específico del profesorado. Así, conviene afirmar que es impensable ubicar las categorías enseñadas por el profesorado por fuera de las teorías implícitas. De esa manera, para dar cuenta del sentido escolar de la categoría de célula, es preciso identificar y caracterizar el sentido parcial de las teorías implícitas distribuidas en los diferentes episodios que conforman el discursivo de enseñanza del profesor de biología en el aula.

La metáfora de la disciplina en el aula como orden y organización en el sentido epistemológico constitutivo de la noción de célula escolar

La figura discursiva que hemos llamado metáfora de la disciplina aparece como una plataforma epistemológica que se manifiesta en los sentidos latentes que componen la “lógica” oculta que subyace y estructura la noción escolar de célula. Aquí, el sentido nuevo o notable tiene que ver con la construcción tácita de una compleja red de relaciones en la formación del sujeto que asocia la disciplina a una teoría implícita de la célula como orden y organización. La célula escolar aparece así, inconscientemente, como un dispositivo escolar (conocimiento que educa) que favorece el orden y la organización en la estructuración del sujeto. La célula es una especie de función de onda o programa cuántico con el cual interactúan los estudiantes, produciéndose una especie de colapso y origina, desde su interior, una estructura que nos compone como seres vivientes. Así, la gestión del aula corresponde al sentido manifiesto, pero la reorganización epistémica del sujeto es el sentido latente que determina la acción, la decisión en el aula.

Esto se evidencia en episodios como el 90 y el 91 de la segunda sesión de la TER que aparecen en una larga disertación entre el investigador y la profesora, luego de observar partes de los episodios 7, 9, 10, 11, 17, 18, 24, 30, 44, 45 y 46 de la clase 1 de la profesora Patricia.

Episodio 90

Autor: desde el punto de vista conceptual, no desde punto de vista metodológico, ni didáctico, sino desde el punto de vista de la noción de célula, yo no le encuentro ningún sentido, —ya lo hemos hablado— a la noción de imaginación, ningún sentido a introducir la imaginación, de introducir los dibujos, de producir la diversidad de miradas, si en el fondo no hay, por lo menos, una postura crítica en relación con la idea de que ¡allá en lo último!, nos vamos a encontrar con una cosa material; de pronto nos vamos a encontrar con una abstracción, para lo que si es necesario, entonces, preparar la capacidad de modelación, la capacidad de construcción de modelos, la capacidad de construcción de nuevas realidades, la capacidad de imaginar, ¡eso podría ser!

Profesora: sí, sí, sí, sirve como una preparación, ¡claro!, porque esas ocho clases de las que hablamos eran preparando al niño para comprender lo que iban a ver, la complejidad de lo que iban a ver, era prepararlo para...

Episodio 91

Autor: ¿con qué asocias la palabra ver?

Profesora: en este caso con microscopio, fue lo primero que se me ocurrió, pero si había que preparar las mentecitas, había que abrirlas a un mundo que de pronto ellas no habían contemplado; además que es natural en el niño, ¿no?, es muy inmediateista, lo que está ahí, lo concreto; pero es que la célula es algo que no es, no es fácil para ellos, entonces sí, siento que tenía que prepararlos mucho, mucho, afinarlos para lo que iban a ver, para comprender lo que iban a ver y de la complejidad de lo que estamos hablando, lo que es esa pequeñísima parte, que es tan importante.

En primer lugar se trata de reconocer que hay una larga preparación o reorganización de la subjetividad en el aula para la comprensión de aquello que, si bien por su naturaleza abstracta escapa a la observación ingenua, aparece como componente del discurso que se moviliza en función de la enseñanza de la noción escolar de célula.

Los episodios 111, 114, 115, 116, 117 y 120, de la tercera sesión de la TER que se refieren al episodio 49 de la clase 6, y a los episodios 51, 73, 86, 151, de la misma clase, revelan cómo muchos de los episodios que se refieren a la gestión de aula concurren en realidad a la conformación del sentido de la noción de célula escolar. Así,

podremos evidenciar cómo, en esta lógica emergente, si bien un episodio se refiere, para una mirada tradicional, a un ejercicio de control de grupo para mantener ocupados a los estudiantes mientras la profesora los pasa a observar en el microscopio, en realidad hace parte de una idea subyacente, inconsciente, que pone en movimiento las nociones de orden y organización como estructura fundamental del discurso para promover con fines de enseñanza la noción de célula.

TER-Sesión 3, profesora Patricia, episodios 111, 114, 115, 116, 117 y 120

Episodio 111

Autor: inicié el *collage* de episodios con unas referencias tuyas al orden, o no, que había en clase. Los dos primeros episodios se refieren al orden en la clase, a la organización de la clase, que son referencias que aparecen allí. Luego, el tercer episodio es este, donde se escoge una figura para representar en el tablero, que habla básicamente de la organización y del orden; entonces, es un poco tratando de leer, en el mismo sentido anterior, que no hay episodios de clase que están dedicados estrictamente a la descripción de la cosa en sí misma, del objeto en sí mismo, sino que todos y cada uno de estos episodios concurren al proceso de construcción de un discurso sobre la célula con el que se interpela a los estudiantes para que ellos devengan sujetos, sujetos de orden, sujetos de organización, sujetos de las determinantes que el concepto escolar de célula tiene. Y este me parece de ese mismo orden, de ese mismo sentido.

Episodio 114

Profesora: Además que, pues hasta ahora lo pienso, están determinados por una cantidad de circunstancias sociales, familiares, etc., y yo busco mucho es ese orden en la clase, para poder conducirla busco mucho, y sí yo hago mucho ese llamado, y de pronto hasta ahora soy consciente.

Episodio 115

Profesora: me gusta que cuando ellos pasen a dibujar muestren que la vida está así organizada, porque está así y si ellos la interpretan así, es porque así lo entienden, ¿cierto? Yo llamo al orden en el salón, ese dibujo creo que hablaba del orden, de la organización. Sí creo que en mi tendencia como persona y como docente está eso, y enfatizo eso en todos los aspectos.

APePViRE: 86, clase 6 Profesora Patricia

Profesora: bien, ¿ya terminamos la caricatura del lado de allá?

Estudiantes: ¡Sí! Estudiantes: ¡No!

Profesora: bien, levanten la mano quienes no la han terminado [...]. Entonces por qué hay tanta bulla. Ok, ¿podemos borrar la caricatura niños?

Estudiantes: ¡No!

ApEpViRE: 151, clase6 Profesora Patricia

Profesora: a ver, miren niños, es muy complicado trabajar con un microscopio que tiene tantas dificultades como estos, soportar el ruido de los otros salones, soportar el desorden de la ausencia del profesor de educación física, controlarlos a ustedes 34, para tener un Jefferson que tengo que estar callando cada dos minutos. Entonces, niños esta clase es muy complicada en esas condiciones.

ApEpViRE, clase7 Profesora Patricia

Estudiantes: punticos azules profe.

Profesora: ¿y esos punticos en dónde están? Mírame si están sueltos o están en algún lado, mírame a ver.

Episodio 116

Autor: el llamado de atención para que estén en una cierta organización; la caricatura que habla de la organización, de la perfección y de esa organización; luego estos episodios en los que tú les preguntas a ellos “¿qué ven?”, dicen “punticos”, y tú les enfatizas “¿están ordenados o están sueltos?, ¿están organizados o están sueltos?”. Ahí hay un hilo conductor en términos de la noción de orden y de organización, en términos de la noción de célula.

Profesora: pero es tenaz, yo no lo había visto, o sea, no era consciente; viéndolo ahorita, sí es cierto, es permanente, ahí todo el tiempo, pero es real, o sea, yo no puedo dejar que los niños miren puntos desordenadamente porque no los pueden ver, porque si están organizados, sino que necesito que ellos sean conscientes de que esa organización existe, creo que es Daniel Rueda que está mirando ahí, le digo: vuelve y mira, para que él se dé cuenta si están al azar, despelotadas, bueno, de pronto, si las hay pero están dentro de una estructura de una membrana celular.

Episodio 117

Autor: y el interés puede ser doble, pero realmente el interés en últimas es que ellos miren allá los punticos ordenados o que se hagan una idea de orden, de organización, que es interpelar al sujeto desde la noción de orden, desde la noción de orden en la clase, interpelar al sujeto desde la maravilla de una papa conformada por células que están ordenadas, interpelar al sujeto desde la noción orden en el sentido de cómo los puntos no están sueltos, sino que tienen una

organización. Lo que va quedando en el sujeto no es si la célula está ordenada o no, sino que el orden, la organización, constituye un criterio, un principio fundamental para, en este caso, la organización de la vida, la organización social, la organización de la convivencia, la organización...

Profesora: yo creo que, en este momento, yo solamente era consciente de lo que es la célula; viéndolo, me doy cuenta que es en todo, *pero de pronto no es a que vean la organización, sino yo como parte de esa organización*, o sea, yo no puedo estar por fuera de esa organización, yo hago parte de esa organización, y si no hago parte pues estoy siendo lo opuesto ¿no?, parte del caos, del desorden, de que no funciona, porque si me desorganizo pues no funciona. Hasta ahora me doy cuenta, pero yo creo que realmente quería hablar de la célula, pero detrás iba todo lo que es el comportamiento del yo, el comportamiento del individuo como parte de una sociedad.

Autor: porque nuestra función es formar y educar, nuestra función no es mostrar una célula, es formar y educar.

Profesora: Sí claro, sí. Yo creo que de pronto no era la meta principal, pero sí va el trasfondo, sí voy para allá, además me lo acabas de mostrar, soy repetitiva, énfasis, vuelvo y digo. Y afortunadamente todo va entrelazado, estamos llamando siempre a eso.

Episodio 120

Autor: claro, porque uno podría leer simplemente, ¡ah no!, esto hace parte de la didáctica o esto hace parte de la manera de controlar el grupo ¿sí?, pero, si yo leo solo desde allí, entonces seguramente no entiendo la complejidad del discurso del profesor que trasciende la descripción de objetos para proporcionar una visión más amplia del sujeto sobre su formación.

El contenido de la caricatura y su relación inconsciente con la noción general de célula escolar, mantenida por la profesora, es lo que hace que el dibujarla en el tablero no sea solo un ejercicio de gestión del aula para mantener la disciplina mientras los estudiantes pasan a observar individualmente en el microscopio, sino que juega un papel sobresaliente en la circulación del orden y la organización como determinantes en la reorganización de los sujetos que; a su vez, es una determinante fundamental constituyente de la noción escolar de célula. Por otra parte, la explicitación de esta posible disposición de los elementos del discurso del profesor, con énfasis en este caso concreto y en el lugar epistemológico que ocupan la caricatura y las

distintas alusiones al orden en la clase como un sentido oculto en la promoción del sujeto que es interpelado como parte algún tipo de orden y organización, no solo recibe una aceptación por parte de la profesora, sino que, efectivamente, se soporta en una teoría implícita respecto a la célula como “programa cuántico”, es decir, como multiplicidad de órdenes y organizaciones posibles, las cuales afectan la manera en que el sujeto colapsa o se posiciona en el juego de la vida, desde su *praxis* del vivir y de la explicación o representación imaginaria que construye de esta.

En el caso de la metáfora de la disciplina, la posibilidad de colapsar la función de la célula, su “programa cuántico”, depende de la *praxis* del vivir puesta en la interacción de cada uno en el aula. En los episodios 153, 154, 155 de la segunda sesión de la TER podemos encontrar fuertes evidencias acerca de cómo, para el profesorado de biología, la comprensión de la noción de célula escolar es relativa a la *praxis* del vivir de cada observador:

TER-Sesión 2, profesora Patricia, episodios 153, 154 y 155

Episodio 153

Autor: como profesor, en tu experiencia docente y en lo que has venido narrando a partir de la aplicación de esta técnica ¿tú concebirías la noción de célula por fuera de la comprensión tuya y de tus estudiantes, como una cosa que existe en sí misma, por fuera de la comprensión?

Profesora: claro, si enuncio la de los libros, ¿sí?

Autor: sí, o sea...

Profesora: haber, no te entiendo.

Autor: Pero creo que esa es una respuesta. O sea, yo pregunto: ¿por fuera de la comprensión que tienen los maestros, por fuera de la comprensión que tienen los estudiantes, existiría alguna noción independiente de célula? y tú me dices: bueno, podría ser la de los libros, o podría ser la de los académicos, o podría ser la de los biólogos; esa es una opción.

Episodio 154

Autor: son dos preguntas, caigo en cuenta en este momento. Una independiente de la noción de célula de los libros, independiente de la noción de célula de los manuales, independiente de la noción de célula de la comunidad de biólogos; en la escuela, en la comunidad de docentes de biología, en la comunidad de estudiantes de biología,

del área de biología, por fuera de la comprensión, por fuera de las múltiples lecturas, por fuera de la construcción que compromete la imaginación, que compromete el dibujo, por fuera del sentido de la célula construido con todos estos elementos en la escuela, ¿crees que existe alguna, alguna cosa material que se llame célula?, esa sería una pregunta.

Episodio 155

Autor: la otra pregunta es ¿vale la pena plantearse una existencia ontológica, independiente, de una cosa que se llame célula en la escuela, si efectivamente, lo que llamamos célula en la escuela, es el producto de todos estos procesos de comprensión profesor-alumno?

Profesora: es que la única, la única realidad de célula es a la que llega el estudiante, después de la construcción, el resto no existe, no para el niño en ese momento, no son partes de realidades, no son partes de su verdad, porque él no las construyó, entonces, desde esa medida y desde ese punto de vista no existe. Y en cuanto a la parte de la ontología, claro, es la misma, porque es la que el niño le dio vida, a partir de, en este caso, de ese viaje y su producto final es este, no hay otro, o sea, no hay un antes de eso, no lo hay.

Así, en todos estos episodios hay suficiente evidencia para concluir que la metáfora de la disciplina, efectivamente, se refiere a un tipo de saber inconsciente que subyace al orden del discurso del profesorado de biología, que se produce con la intención de enseñar la noción de célula, cuyo sentido se relaciona con la idea de la vida como un misterio cuántico que tiene a la base, al parecer, algo abstracto: la información, un programa, como estatuto fundante. En la experiencia del aula, dicho programa solo puede ser colapsado y promovido a la existencia como función de la *praxis* del vivir, o de la capacidad de hacer distinciones en el lenguaje constitutivo de cada estudiante. Esta razón explica la emergencia y disposición de una gran cantidad de episodios integrantes del discurso del profesorado al que aludimos.

El conocimiento profesional específico del profesorado de biología asociado a la noción escolar de célula: hacia una mirada integrada

A partir de los análisis e interpretaciones precedentes, es posible plantear algunos aspectos de orden conceptual y epistemológico que constituyen e integran la categoría escolar de célula, entendida

como un tipo de conocimiento profesional específico del profesorado de biología.

En primer lugar, es evidente que la noción escolar de célula enseñada por el profesorado de biología mantiene a la base de su emergencia una polifonía epistemológica (Perafán, 2004), la cual puede presentarse como la integración discursiva de, por lo menos, cuatro dimensiones de origen, a saber: la trasposición didáctica, la práctica profesional, la historia de vida y la cultura institucional. Este resultado se corresponde con los planteamientos de orden conceptual que hemos realizado en varias oportunidades (Cf. Perafán, 2001, 2004, 2005, 2011, 2013, 2014, 2015) y con las evidencias concretas que han surgido de los trabajos de, por lo menos, 20 tesis de maestría y doctorado ya culminadas (Ángel, 2013; Barinas, 2014; Barraza, 2014; Cárdenas, 2017; Castañeda 2016; Espinosa, 2013; Gómez, 2017; Hurtado, 2016; Neusa, 2017; Ortega, 2016; Pérez, 2016; Reina, 2014; Rincón, 2016; Salamanca, 2015; Silva 2015; Tinjacá, 2013; Torres, 2017; Urazán, 2017).

Ahora bien, los cuatro estatutos epistemológicos que se integran a la construcción del sentido de la noción escolar de célula, lo hacen al originar cuatro ámbitos de saber epistemológicamente diferenciables en el orden discursivo, los cuales produce el profesorado referenciado. Esto implica reconocer que la noción escolar de célula es incomprensible sin la identificación, caracterización e interpretación de los sentidos específicos que cada ámbito de saber aporta a la constitución del sentido general. El cual, efectivamente, circula en el orden del discurso del profesor de biología que se produce en el aula con el fin de enseñar de dicha noción.

El sentido parcial que aporta cada uno de los ámbitos de saber se encuentra diseminado en los diferentes episodios que componen la totalidad del discurso de aula del profesor de biología, en forma de figuras literarias o figuras discursivas propias de la identidad emergente del profesorado como sujeto que piensa con estas (Perafán, 2015). No hay evidencia de que, por fuera de dichas figuras, exista algún sentido de la noción de célula que sea determinante de la escolar. Es más, la interpolación de sentidos extraños o foráneos a la noción escolar de célula parece obedecer, teóricamente, a una cierta manía que hace que los investigadores y teóricos de la educación exceptúen al sujeto profesor de las determinantes antropológicas y epistemológicas que, como sujetos de conocimiento, le son

reconocidas a todos los demás miembros de las diferentes comunidades académicas.

Cada orden discursivo, orientado por una intención de enseñanza concreta, es decir, de una noción específica, se produce como una “unidad” abierta al sentido, en donde las figuras discursivas identificadas o construidas pueden ser diversas, pero existen en ellas una especie de código subyacente que podría identificarse con los sentidos posibles de dicha noción. En otras palabras, son varias las figuras discursivas que pueden ser identificadas, construidas o, en últimas, nombradas de diferente manera por nosotros, lo importante es su comprensión e interpretación como dispositivos constituyentes de sentido. Esta condición —que no dudamos en llamar epistemológica— es la que nos permite, en el trabajo de interpretación, acercarnos a lo que podría llamarse el código subyacente construido por el profesorado, el cual dota de sentido no solo a la noción efecto de enseñanza, sino a todo el orden discursivo que se produce en función de la enseñanza de esa y solo esa noción. El mismo profesor, con el mismo grupo, pero con la intencionalidad de enseñar una noción diferente, produce un orden discursivo y una intersubjetividad diferente, que requiere de un trabajo nuevo de interpretación para dar cuenta a partir de las figuras discursivas emergentes en ese lugar, del código y del sentido subyacente y situado. Lo anterior conduce, adicionalmente, a plantear que no hay solo una intencionalidad de la enseñanza, en general, que distinga históricamente al sujeto profesor de otro tipo de subjetividades, sino una intencionalidad de la enseñanza específica asociada a la categoría concreta que abre y ordena el discurso específico del aula. Así, la multiplicidad de figuras literarias o figuras discursivas, identificadas, creadas y diseminadas en el proceso discursivo de enseñanza de una noción particular por el profesorado, no son estáticas, por el contrario, pueden diferir de un investigador a otro, o de un profesor a otro. No obstante, el reto está en comprender el sentido que las mismas movilizan en función de la categoría que se enseña.

En el estudio de caso que ilustra a los planteamientos que presentamos, cuatro figuras discursivas se manifestaron como instituyentes del orden discursivo de los profesores de biología, una por cada ámbito de saber, las cuales, de manera privilegiada, consideramos, aportan a la composición del sentido general de la noción de célula

escolar. En efecto, la metáfora de la disciplina en el aula como orden y organización, el símil del misterio de la vida como información y programa, la metáfora de la oposición entre lo macro y lo micro como construcción de la relación vida-célula-abstracción y las ilustraciones como creaciones imaginarias muestran la configuración no solo de cuatro sentidos parciales, sino de un sentido general, integrado, de la noción escolar de célula. Las primeras dos figuras, la metáfora de la disciplina en el aula y el símil del misterio de la vida, aluden a unos sentidos latentes, tácitos, que configuran, redistribuyen y reorganizan los diferentes episodios que pueden ser identificados como constitutivos del orden del discurso del profesor de biología al enseñar la noción de célula. Esta reconfiguración, en un acto interpretativo, alude a la información, al programa, como estatuto fundante de la vida y a la imposibilidad de la misma sin referencia a un sujeto que colapse su posibilidad de ser y hacer. Las otras dos figuras, la metáfora de la oposición entre lo macro y lo micro y las ilustraciones, aluden a sentidos explícitos, cuya interpretación apunta a la comprensión y la formación de y para lo abstracto como base “material” de la noción de célula escolar.

Así, podemos sintetizar el sentido general de la noción escolar de célula de la siguiente manera: la célula escolar es un dispositivo cultural escolar construido por el profesorado de biología en el proceso de integración de cuatro dimensiones de saber. Su sentido complejo alude a la comprensión de la vida, tanto en lo macro como en lo micro, como un programa cuántico que origina diversas realidades, culturales y materiales, las cuales son posibles a partir de las diversas formas potenciales de ser colapsadas por los observadores, es decir, por los estudiantes y los profesores, entendidos como sujetos que hacen distinciones en el lenguaje que son o somos. La célula escolar es un puñado de razones-emociones de origen epistémico diverso, la cual permite comprender la vida como función de un programa abstracto, escrito en un lenguaje misterioso que solo tiene sentido en relación con la *praxis* del vivir de cada sujeto que lo piensa o lo vive.

De manera más típica, la noción de célula escolar aparece como un tipo de conocimiento profesional específico, construido por el profesorado de biología a partir de la edificación de diferentes figuras discursivas que constituyéndolo manifiestan su particular forma de pensar. Estas figuras revelan un enorme potencial teórico, a la base

de la organización discursiva producida por el profesorado de biología, el cual afecta de manera crítica, consciente e inconscientemente, todas las miradas tradicionales de corte empírico-analítico que han sido hegemónicas en las ciencias biológicas y se erige como un campo prometedor en los márgenes de las teorías cuánticas sobre lo real.

CONSIDERACIONES FINALES

Los diferentes estudios de caso que hemos trabajado, similares al aquí expuesto, nos permiten plantear una primera caracterización epistemológica del orden discursivo del profesor y, por ende, de su conocimiento profesional.

El discurso del profesor en el aula no es de tipo argumentativo o demostrativo, no tiene su origen en el principio de razón lógica y demostrativa; por el contrario, debe ser comprendido como un discurso de naturaleza metafórica. Así, es claro que el profesor piensa a golpe de metáforas. La fuente originaria del discurso del profesor no está en la lógica, sino en la imaginación, en su capacidad, como todo hombre, de crear metáforas, analogías, símiles y, en general, figuras discursivas o literarias.

En estricto sentido, el postulado anterior plantea la necesidad de pensar de otra manera el papel atribuido a las figuras literarias o discursivas, tales como la metáfora, el símil, el ejemplo, entre otras, en el programa de investigación que sirve de marco a los trabajos que hemos desarrollado sobre el conocimiento del profesor, en particular el otorgado por Shulman (1986). En efecto, la metáfora, el símil y el ejemplo, entre otras figuras literarias o discursivas, constitutivas del orden discursivo de enseñanza propio y distintivo del profesorado, no son una estrategia o recurso didáctico para vestir (Shulman, 1986, p. 17) o representar (Shulman, 1986, p. 21) el contenido de la materia y hacerlo comprensible a los estudiantes, sino entidades epistemológicas propias que connotan un sentido construido por el profesor en el marco de la intencionalidad de la enseñanza que lo constituye.

A cada metáfora, símil, ejemplo, o figura discursiva que constituye e instituye el orden discursivo del profesor subyace un sentido implícito o explícito. Por definición y de manera diferenciada (por evocación, identificación, oposición, etc.), cada una de las figuras literarias referenciadas connotan un sentido creado por la ficción

literaria misma, o la fuerza imaginaria, tanto explícita como implícita, del docente.

Cada sentido implícito o explícito, subyacente a las figuras discursivas que constituyen el orden discursivo del profesor, emerge asociado a la intencionalidad de la enseñanza, que es, a su vez, su origen. Dado que dicha intencionalidad siempre está asociada al contenido de la materia a enseñar o, más exactamente, a los conceptos, categorías o nociones para la enseñanza, por los que se produce un orden discursivo concreto en el aula, cada sentido emergente está asociado a dicho concepto, categoría o noción.

De acuerdo con el estatuto epistemológico donde se configura, cada figura literaria emerge en un ámbito de saber particular de los cuatro que se han demostrado como integrantes del conocimiento profesional docente. De esta manera, el orden discursivo que producen los profesores en el aula, con la intencionalidad de enseñar una categoría, concepto o noción, está integrado por figuras literarias o discursivas diferenciables según el ámbito del saber que integran. Son figuras emergentes como saberes académicos, como teorías implícitas, como saberes basados en la experiencia o como guiones y rutinas.

Dado que cada uno de los saberes mencionados se integra en la composición del conocimiento profesional docente y hace de este un sistema de ideas integradas, es necesario reconocer que las figuras aludidas integran dicho conocimiento. Si esto es así, todos y cada uno de los sentidos parciales, que subyacen a las figuras, componen el orden discursivo del profesor como un sistema de ideas integradas.

Ahora bien, como todos y cada uno de los sentidos parciales se producen con la intención de enseñar una noción, concepto o categoría particular (lugar donde se produce la integración), tales sentidos parciales integran y, por lo tanto, son constitutivos del sentido general de dicha noción.

Por último, si como hemos planteado, la fuente originaria del discurso del profesor no está en la lógica, sino en la imaginación, en su capacidad de crear metáforas, analogías símiles y, en general, figuras discursivas o literarias, entonces los sentidos parciales y el sentido general son una creación del profesor en el marco de la producción de un discurso movilizad por la intencionalidad de enseñar

un concepto, categoría o noción particular, en la cual se ha constituido como docente en la enseñanza interactiva.

El sentido general de cada noción enseñada, que es resultado de la integración de los diferentes sentidos parciales que subyacen a las figuras literarias, es lo que denominamos el conocimiento profesional específico del profesor, asociado a categorías particulares.

Lo anterior plantea la necesidad de abrir el orden discursivo del profesor a la interpretación. Ahí es donde la investigación normal en el aula ha planteado una división del orden discursivo del profesor entre conocimiento de contenido y conocimiento pedagógico, o en momentos de contenido y momentos de gestión de aula, en contenido y didáctica. Es necesario realizar un giro comprensivo que, en el marco de los presupuestos planteados, asuma todos y cada uno de los momentos como figuras literarias, cuyos sentidos subyacentes son entes epistémicos que integran y producen el sentido general de la noción, categoría o concepto emergente como contenido de enseñanza. En efecto, no hay nada por fuera del orden discursivo que produce un profesor en el aula (enseñanza interactiva) que pueda ser entendido como sentido de referencia, o conocimiento base, que no se constituya en una interpolación de elementos extraños y que no falte, dicho sea de paso, al principio de inconmensurabilidad de los paradigmas.

Para realizar un tipo de investigación interpretativa que cumpla con los principios anotados hasta este momento, se requiere de unas herramientas teóricas y metodológicas pertinentes, las cuales hemos construido a lo largo de varios años y al validar con las tesis de maestría y doctorado dirigidas. Se trata en primer lugar de la categoría, ya mencionada, de “conocimiento profesional docente específico asociado a categorías particulares” y de un “andamiaje” metodológico expuesto en el libro *Conocimiento profesional docente y prácticas pedagógicas* (2015).

REFERENCIAS

Ángel, Z. M. (2013). *El conocimiento profesional del profesor de matemáticas asociado a la noción de número entero* [tesis de maestría]. Universidad Pedagógica Nacional. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/1114>

- Badillo, R. E. y Azcárate, C. (2002). Conocimiento profesional del profesor de matemática: integración del conocimiento del contenido matemático y el conocimiento didáctico del contenido. En G. A. Perafán y A. Aduríz-Bravo (Eds.), *Pensamiento y conocimiento de los profesores. Debate y perspectivas internacionales*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Ballenilla, G. (2003). *El practicum en la formación inicial del profesorado de Ciencias de enseñanza secundaria. Estudio de caso* [tesis de doctorado]. Universidad de Sevilla.
- Barinas, V. (2014). *El conocimiento profesional del profesor de biología asociado a la noción de célula* [tesis de maestría]. Universidad Pedagógica Nacional.
- Barraza, W. (2014). *El conocimiento profesional del profesor de matemáticas asociado a la noción de función* [tesis de maestría]. Universidad Pedagógica Nacional.
- Ben-Peretz, M. (2011). Teacher knowledged: What is it? How do we uncover it? What are its implications for schooling? *Teaching and Teacher Education*, 27(1), 3-9. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0742051X10001289>
- Cárdenas, D. M. (2017). *El conocimiento profesional específico del profesor de educación física asociado a la noción de coordinación* [tesis de maestría]. Universidad Pedagógica Nacional. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/7806>
- Castañeda, L. (2016). *El conocimiento profesional específico del profesor de Música asociado a la noción de compás* [tesis de maestría]. Universidad Pedagógica Nacional. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/874>
- Connelly, F. M., Clandinin, D. J. y He, M. F. (1997). Teachers' personal practical knowledge on the professional knowledge landscape. *Teaching and Teacher Education*, 13(7), 665-674. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(97\)00014-0](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(97)00014-0)
- Derrida, J. (1998). *Aporías. Morir -esperarse (en) los "límites de la verdad"* (C. de Peretti, trad.). Paidós.
- Elbaz, F. (1983). *Teacher Thinking. A Study of Practical Knowledge*. CromHelm.
- Espinosa, S. C. (2013). *El conocimiento profesional docente específico de los profesores de preescolar y primaria asociados a la noción de escritura* [tesis de maestría]. Universidad Pedagógica Nacional. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/1138>

- García, C. M. (1992). *Cómo conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre conocimiento didáctico del contenido* [Ponencia]. Congreso Las didácticas específicas en la formación del profesorado, Santiago, 6-10 de julio, 1992.
- Gómez, A. (2017). *El conocimiento profesional específico de los profesores de Lengua Castellana en educación básica secundaria, asociado a la noción escolar de oración* [tesis de maestría]. Universidad Pedagógica Nacional.
- Grossman, P. L., Wilson, S. M. y Shulman, L. S. (1989). Teachers of substance: subject matter knowledge for teaching. En M.C. Reynolds (ed.), *Knowledge Base for the Beginning Teacher* (pp. 23-36). Pergamon Press.
- Hurtado, L. F. (2016). *Conocimiento profesional específico del profesor de Educación Física asociado a la categoría atletismo* [tesis de maestría]. Universidad Pedagógica Nacional. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/975>
- Maturana, H. (1997). *La objetividad. Un argumento para obligar*. Dolmen Ediciones.
- Martínez, C. A. (2009). El conocimiento profesional de los(as) profesores(as) de ciencias: algunos aspectos centrales en el desarrollo de la línea de investigación. *Revista Científica*, 11, 62-75. <https://doi.org/10.14483/issn.2344-8350>
- Neusa, D. C. (2017). *El conocimiento profesional específico del profesor de química asociado a la noción escolar de función química* [tesis de Maestría]. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Ortega, J. M. y Perafán, G. A. (2012). Algunas tendencias en la investigación sobre el conocimiento profesional docente: antecedentes y estado actual de la cuestión. *Revista EDUCyT*; Vol. 6. pp. 17-29.
- Ortega, J. M. (2016) *El conocimiento profesional específico del profesor de Tecnología asociado a la noción de tecnología* [tesis de Doctorado.] Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Paulo Javier, R. (2009, 19 de junio). Símbolos y metáforas. *P. Arieu Theologies Web* [blog]. <https://lasteologias.wordpress.com/2009/06/19/similes-y-metaforas/>
- Perafán, G. A. (1997). *Pensamiento docente y práctica pedagógica*. Editorial Magisterio.

- Perafán, G. A. (2001). Diversidad epistemológica del profesor y enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, número extra, VI Congreso.
- Perafán, G. A. (2004). *La epistemología del profesor sobre su propio conocimiento profesional*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Perafán, G. A. (2011). *El conocimiento profesional docente: nuevas perspectivas epistemológicas y metodológicas* [manuscrito sin publicar]. Universidad Pedagógica Nacional.
- Perafán, G. A. (2012, 2-3 de octubre). *La transposición didáctica como estatuto epistemológico fundante de los saberes académicos del profesorado de ciencias (III)* [ponencia]. 2ª Conferencia Latinoamericana del International History, Philosophy, and Science Teaching Group. Mendoza, Argentina.
- Perafán, G. A. (2013). La transposición didáctica como estatuto epistemológico fundante de los saberes académicos del profesor. *Folios*, 37, 83-93. <https://doi.org/10.17227/01234870.37folios83.93>
- Perafán, G. A. (2015). *Conocimiento profesional docente y prácticas pedagógicas*. Editorial Aula de Humanidades.
- Perafán, G. A. y Tinjacá, F. M. (2012). *El conocimiento profesional específico del profesorado de química, asociado a la noción de nomenclatura química* [ponencia]. III Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología. II Seminario Internacional de Enseñanza de las Ciencias. San Juan de Pasto.
- Perafán, G. A. y Tinjacá, F. M. (2014). Aspectos generales y primeros avances para el encuadre de una investigación sobre el conocimiento profesional específico del profesorado de química asociado a la noción de nomenclatura química. *Educación*, 23(44), 48-64. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/educacion/article/view/8940>
- Pérez, I. (2016). *El conocimiento profesional específico del profesorado de Educación Física asociado a la noción escolar de gimnasia* [tesis de maestría]. Universidad Pedagógica Nacional.
- Ponte, J. P. (2012). Estudiando el conocimiento y el desarrollo profesional del profesorado de matemáticas. En N. Planas (Coord.), *Teoría, crítica y práctica de la educación matemática* (pp. 83-98). Graó.
- Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Díada.

- Reina, M. Y. (2014). *El conocimiento profesional del profesor de Tecnología asociado a la noción de diseño* [tesis de maestría]. Universidad Nacional Pedagógica.
- Rincón, N. (2016). *El conocimiento profesional específico del profesorado de primaria asociado a la noción de narración* [tesis de maestría]. Universidad Pedagógica Nacional.
- Salamanca, H. M. (2015). *El conocimiento profesional específico de los profesores de Educación Física asociado a la noción de movimiento* [tesis de maestría]. Universidad Pedagógica Nacional.
- Silva, Y. E. (2015). *El conocimiento profesional específico del profesorado de primaria asociado a la noción escolar de multiplicación*, [tesis de maestría]. Universidad Pedagógica Nacional.
- Shulman, L. S. (1986). Paradigms and research programs in the study of teaching. En M.C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 3-36). MacMillan.
- Tamir, P. (2005). Conocimiento profesional y personal de los profesores y de los formadores de profesores. *Revista de Curriculum y formación del profesorado*, 9(2). <https://www.ugr.es/~recfpro/rev92ART3.pdf>
- Tinjacá, M. (2013). *El conocimiento profesional del profesor de química asociado a la noción de nomenclatura química* [tesis de maestría]. Universidad Pedagógica Nacional. <http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/1121>
- Torres, C. (2017). *El conocimiento profesional específico del profesor de Tecnología e Informática asociado a la noción escolar de electricidad* [tesis de maestría]. Universidad Pedagógica Nacional.
- Urazán, R. (2017). *El conocimiento profesional específico del profesorado de Biología asociado a la noción de gen* [tesis de maestría]. Universidad Pedagógica Nacional. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/7807>
- Valbuena, E. (2007). *El conocimiento didáctico del contenido biológico: estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)* [tesis doctoral]. Universidad Complutense de Madrid. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/7731/>

Los últimos avances investigativos en el campo de la educación en ciencias

Alfonso Claret Zambrano
Universidad del Valle

Lo presente trabajo toma como postura la filosofía critico-analítica con el propósito de mostrar el avance de las investigaciones en el campo de la educación en ciencias. Se toma como referencia el saber construido por el profesor, en su rol de docente e investigador, a partir de su actividad de enseñanza, aprendizaje y evaluación en el aula. Así, partimos del interrogante central de investigación del profesor en el aula de ciencias: ¿cómo se construye conocimiento educativo, valores y cultura (saber) a partir del conocimiento del profesor y el conocimiento del estudiante en el contexto de la enseñanza, aprendizaje y evaluación y cambio conceptual de las disciplinas de referencia? Este interrogante asume como significantes las relaciones de conocimiento, el saber que estas producen, la cultura generada y el mundo educativo que se presenta y construye en el aula de ciencias. Así mismo, este interrogante se considera como el eje filosófico que guía, orienta y define la actividad educativa de los diversos sujetos, saberes y cultura.

El interrogante planteado es el lugar natural del acto educativo entre el profesor y el estudiante. En este sentido se reconoce el salón de clases como un sitio cultural complejo donde conviven las creencias de los profesores y estudiantes sobre la enseñanza, el aprendizaje y los modos de conocer la ciencia, además de la influencia de estos y del género, la clase social y la etnicidad como factores asociados con el aprendizaje de la ciencia (Taylor *et al.*, 1994, p. 7). En suma, en el aula de clases suceden y convergen muchos eventos como cultura, conocimientos y hechos, algunos de ellos son aceptados y reconocidos, pero otros no.

La tesis de fondo que se asume desde el acto educativo del profesor es plantear el conocimiento y saberes como ejes fundamentales para el acto educativo en ciencias en el aula. De allí se deriva que este sea determinado por las relaciones, consideraciones y limitaciones dadas entre el conocimiento del docente, el conocimiento del estudiante y, significativamente entre las ciencias naturales (realidad natural) y las ciencias sociales (realidad social). Es decir, el conocimiento social y el conocimiento natural están plenamente relacionados en el problema educativo.

El problema educativo es producido por un sujeto, hombre o mujer, el cual lo conceptualiza y es parte de la realidad natural, son seres vivos que pertenecen a la escala zoológica del reino animal en la hipótesis de la evolución. Como tales, no solo están interesados en el conocimiento propio, de la reproducción y conservación de la vida de las especies, sino también sobre la alimentación, la salud, la vivienda, el transporte, el agua, los desastres naturales, la polución, entre otros; así, según Habermas (1972), la educación se vuelve un interés necesario para los seres vivos. El hombre, para garantizar su supervivencia, rompe con el orden natural al cual está sujeto como ser vivo y construye la realidad social fundamento de su orden cultural; en este proceso, la educación juega un papel central.

La educación entonces es el puente para enlazar lo natural y lo social. Así, el problema educativo no es solo recoger lo natural, sino también social. En síntesis, el hombre y la mujer son parte de la realidad social que crean y parte de la realidad natural a la cual pertenecen; por consiguiente, son parte de los problemas educativos que generan. Esto explica por qué es negativo en la enseñanza de las ciencias naturales privilegiar lo conceptual —el contenido disciplinar según los intereses

que plantean— y se ignora lo social en su desarrollo curricular. Así asuntos como los valores, la ética, la equidad, la justicia social, la religión y la política están ausentes en la enseñanza de las ciencias desde el punto de vista social. Para esto, la filosofía permite analizar la relación histórica entre las ciencias naturales y las ciencias sociales en la construcción del saber del profesor. Esta relación ha sido analizada desde Snow (1965), Habermas (1972), el movimiento ambiental (Carson, 1962), el movimiento CTS (Informe Limits to Growth: A report for the club of Rome's Project on the Predicament of Mankind, 1972), el PCK (Shulman, 1987), STEM (the National Science Foundation, 1990), la política pública del país —los estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales (Guía No 7 Formar en ciencias: el desafío Lo que necesitamos saber y saber hacer, Ministerio Nacional de Educación, 2004), los derechos básicos del aprendizaje (Ministerio Nacional de Educación, 2016) y el TPACK (Mishra y Koehler, 2006; 2008).

LA FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y EPISTEMOLÓGICA

La filosofía crítica y analítica corresponde a la postura teórica y epistemológica que sirve de marco conceptual para abordar mi planteamiento sobre los nuevos avances de investigación en el campo de la educación en ciencias. Esta corriente crítica y epistemológica nos permite teorizar propositivamente sobre el pensamiento educativo construido por las instituciones, un punto fundamental para la educación en ciencias.

A partir de Hirst (1974) proponemos a la filosofía analítica como todo lo que concierne con la clarificación de los conceptos y proposiciones a través de los cuales nuestra experiencia y actividades son inteligibles. En este sentido, está analíticamente interesada en responder todas las preguntas acerca del significado de términos y expresiones, de las relaciones lógicas y las presuposiciones que esos términos y expresiones implican y comprenden.

Esta analítica reflexiva de los conceptos constituye el centro de nuestra concepción filosófica para indagar los avances de investigación de la educación en ciencias. De allí la importancia de saber cómo planteamos los conceptos educativos que son centrales en los avances de investigación que hacen parte del contenido de la educación en ciencias.

La concepción de filosofía analítica aparece más explícita en su práctica en el aula, donde ella se expresa continuamente. Basándonos en la analogía del edificio de Moore (1974), esta filosofía es semejante a un edificio donde diferentes actividades suceden en cada piso. Entonces es necesario reflexionar que la educación incluye un conjunto de actividades que ocurren en diferentes niveles, algo así como un edificio ocupado en los diferentes pisos que lo componen.

En el piso base tenemos las actividades educativas, tales como la enseñanza, el aprendizaje, la evaluación, o aquellas actividades que responde a las analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones, en una palabra, los modos de representar y formular una disciplina comprensiva para otros. En el segundo piso tenemos la teoría educativa, concebida como una práctica que prescribe, es decir, guía, normativiza y establece fundamentos para las actividades en el aula; así, establece una intencionalidad educativa, un objeto de la educación y una epistemología de la educación.

Es en última instancia un cuerpo de principios conectados, consejos, advertencias, y recomendaciones, cuyo propósito es afectar lo que sucede en el primer piso base (Shulman, 1987). Este cuerpo de conocimientos puede ser desarrollado teórica, práctica y aplicativamente desde el positivismo, el interpretativismo (constructivismo) y la teoría crítica (Carr y Kemmis, 1988), esta última es la base de nuestro pensamiento sobre el aula de clases. En el siguiente nivel, tenemos la filosofía de la educación, la cual tiene como su principal propósito la clarificación de los conceptos usados en el nivel base, reiteramos conceptos tales como educación, enseñanza, aprendizaje y evaluación de un saber y otros. Otra tarea es examinar las teorías que operan en ese nivel comprobarlas por su consistencia y validez. Existe una relación lógica entre las diferencias existentes entre estas en cada nivel. Esto significa que cada nivel superior depende de las teorías y actividades desarrolladas en el nivel más bajo. Por ejemplo, la teoría educativa presupone actividades educativas y depende de ellas para su planteamiento. La filosofía de la educación comprende ambas, teorías y actividades educativas, pero preferiblemente una actividad de criticismo y clarificación (O'Connor, 2016).

En relación con lo anterior, las actividades de enseñanza, aprendizaje y evaluación son el eje central de la propuesta de formación educativa en ciencias del maestro en pro de un pensamiento

educativo en las entidades formadoras de docente (a nivel profesional o licenciaturas). De allí que el saber pedagógico —ya sea educativo general, pedagógico, didáctico, disciplinar, curricular, tecnológico, ancestral, ambiental, epistemológico— y otros propuesto para dicha formación sean los conocimientos que regulan, proponen y los hacen progresar, todos convergen en dichas actividades docentes propias del maestro como sujeto de enseñanza en el aula. En síntesis, las instituciones formadores de docentes o profesionales, el saber educativo expresado en los conocimientos propios del maestro y el saber de los estudiantes convergen en la enseñanza, aprendizaje y evaluación del docente en el aula, en la investigación y en la comunidad; es una consecuencia del pensamiento filosófico que hemos expresado según su existencia en un *lugar conceptual*¹ cualquiera un sujeto que enseñe, un sujeto que aprenda, cambie o proponga un pensamiento educativo y una verificación de este.

En conclusión, el sujeto de la enseñanza, el sujeto del aprendizaje y ambos sujetos de la evaluación son los significantes del mundo educativo y son la base del problema central del maestro en el aula conceptual y en los programas de formación docente y profesional, ya sean los programas de licenciaturas, profesionales, maestrías y doctorados. En las instituciones que consiguen dichos propósitos, el sujeto se forma en una coyuntura política de paz y justicia social, así, el saber construido allí y las propuestas que se cumplen son el eje del trabajo educativo del maestro el aula. Este problema se expresa de nuevo en la pregunta de esta investigación: ¿cómo se construye el saber (conocimiento) disciplinar, valores y cultura a partir del saber (conocimiento) del estudiante y el saber (conocimiento) del maestro en el contexto de la enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias en el aula de clases?

Esta concepción filosófica analítica del mundo de la educación atraviesa la formación docente, sobre la cual proponemos reflexionar

1. Este término proviene de mi experiencia matemática inicial, especialmente en geometría, pero también de Aristóteles. Él en su primera aproximación a la noción de lugar, se vale de la clasificación taxonómica por género y especie. De este modo, si el lugar es un cuerpo, habría que situarlo en el género de lo corpóreo, que consta de tres dimensiones: longitud, anchura y profundidad, “con las que todo cuerpo es limitado”. Las dimensiones (*diástéma*) limitan un cuerpo sin ser un cuerpo porque, sino “habría dos cuerpos en el mismo lugar”. El lugar posee dimensiones (*diástéma*) y magnitud, pero no es cuerpo, lo que lo aproxima a las entidades matemáticas, provistas de dimensionalidad sin llegar a ser corpórea. Es decir, el lugar no tiene un corpus físico, sino existencia conceptual en el pensamiento.

a partir de esta perspectiva y realizamos con base en las propuestas educativas del maestro en ciencias en el aula.

EL AULA COMO EL LUGAR CULTURAL POR EXCELENCIA DEL CONOCIMIENTO DEL MAESTRO Y EL ESTUDIANTE

La pregunta anterior recoge el problema central del maestro en el aula, el lugar natural del acto educativo entre el maestro y el estudiante. El salón de clases se reconoce como un sitio cultural complejo

En términos de creencias de maestros y estudiantes sobre la enseñanza y el aprendizaje, los modos de conocer la ciencia, la influencia de los compañeros y el maestro en el aprendizaje, dentro de clase y las influencias escolares, género, clase social y etnicidad como factores asociados con el aprendizaje de la ciencia. (citado en Taylor *et al.*, 1994, p. 7)

En suma, en el aula de clases suceden y convergen muchos eventos, tales como cultura, conocimientos y hechos, algunos de ellos son aceptados y reconocidos, pero otros no. La tesis de fondo que se asume desde el acto educativo del maestro es plantear al conocimiento como el eje fundamental de la actividad educativa científica (acto educativo en ciencias) en el aula. De allí se deriva que el acto educativo está determinado por las relaciones, consideraciones y limitaciones dadas entre el conocimiento del docente, el conocimiento del estudiante y el conocimiento de las ciencias como referencia conceptual.

Una reflexión de la filosófica analítica al aula permite concluir que allí, además del conocimiento del profesor y del conocimiento del estudiante ingresan varios conocimientos que han tenido poca consideración, o han sido prácticamente olvidados. Por ejemplo, el conocimiento social, el conocimiento curricular, el conocimiento pedagógico, el conocimiento tecnológico, el conocimiento disciplinar en ciencias, la cosmovisión, el conocimiento escolar previo y otros según su marco conceptual de referencia.

SNOW: LA CULTURA DEL CONOCIMIENTO SOCIAL Y EL CONOCIMIENTO DISCIPLINAR EN EL AULA DE CLASES

El conocimiento social ha sido el punto de referencia por su papel definido en el aula de ciencias, donde siempre ha predominado el conocimiento disciplinar de las ciencias. Según Chalmers (1992) su importancia se explica porque la concepción tradicional sobre la objetividad de las ciencias mantiene que los méritos de una teoría científica son independientes de la clase, raza, sexo o cualquier otra características de los individuos o grupos que adhieren a esta. Según la concepción tradicional, el desarrollo, evaluación y consideración epistemológica de una teoría de la ciencia no está sujeta a una explicación social. Culturalmente la enseñanza de las ciencias ha sido concebida como libre del conocimiento social, es decir, una ciencia dura, sin relación con el conocimiento social.

Según Snow (1965) la vida intelectual de la sociedad occidental se divide entre dos grupos extremos. Uno son los intelectuales literarios y los otros, los hombres de ciencia; de estos los más representativos son los físicos, entre quienes existe un abismo de incomprensión y, a veces, de hostilidad y antipatía; sin embargo, cada grupo tiene una imagen curiosamente deformada del otro. Sus actitudes son tan diferentes que ni en el plano emotivo encuentran terreno común. Los no científicos tiende a pensar que los hombres de ciencia son insolentes y jactanciosos. Estos toman a T.S. Elliot como arquetipo o ejemplo, en especial al hablar de sus esfuerzos por revivir el teatro en verso y afirmar que poco podemos esperar de la ciencia en este aspecto, pero que se conformaría si él y sus compañeros de trabajo pudieran preparar el terreno para un nuevo Thomas Kyd o Robert Greene. Ese es el tono, restringido y encogido, con el cual se sienten a gusto los intelectuales literarios: es el tono sumiso de su cultura. Luego escuchan una voz fuerte, la del otro arquetipo, Rutherford, quien pregona: esta es la edad heroica de la ciencia, es la época isabelina. Muchos de nosotros la hemos oído junto a esta afirmación, otras afirmaciones más fuertes, que hacen de la mencionada inicialmente una consideración moderada. Sin lugar a duda, acerca de quien representaría, imaginativa o intelectualmente, a los intelectuales literarios.

Snow nos da una respuesta sorprendente en su texto *Las dos culturas y la revolución científica* de 1959, allí plantea como problema la

división de la vida intelectual de toda la sociedad occidental en dos grupos: la cultura de las ciencias naturales y las humanas, la diferencia entre ellas es clara, pero también plantea su posible acercamiento. Cultura, para Snow (1959), es, en un sentido, la vida intelectual de una sociedad y, en el un sentido antropológico, una forma particular de vivir en ella. Biología y física, aunque son diferentes, son similares como proyecto intelectual de desarrollo de la mente, pero tienen bases, actitudes, formas, normas de conducta, enfoques y supuestos comunes; estos, en el primer sentido, competen al desarrollo intelectual, y en el segundo sentido antropológico, también corresponden a una forma de vivir. El conjunto de estas interrelaciones entre lo externo —lo social, las instituciones, las normas, las costumbres, las artes y lo sublime— junto a lo interno —la mente, el conocimiento, en suma, el mundo simbólico— permite al ser humano construir e interpretar significados y signos comunes en categorías de belleza, de ética, de sociedad, de vida, en síntesis, hacer cultura, en el sentido que Geertz (1973) propone.

Sin embargo, lo más importante es que Snow (1959) prevé la existencia de otra cultura, la cultura de la tecnología. Su explicación es simple, sencilla y directa: ciencia + ciencias aplicadas son la base para la otra cultura, la cultura de las TIC (informática). Un ejemplo concreto de cultura TIC se presenta en el desarrollo de esta investigación: los maestros asisten a procesos de formación al Centro de Investigación Educativa Regional (CIER), donde las aulas son climatizadas y los procesos de formación son de horas, en la realidad de sus instituciones las aulas no son climatizadas y su proceso de formación docente inicial como licenciados se extiende a más de cuatro años. Parece paradójico que las TIC quieran superar un modelo basado en un maestro, una asignatura, un salón y una hora, sin proponer una clase con nuevos modelos de equipos pedagógicos, de experiencias renovadas y nuevas ideas para el porvenir. La respuesta desde las TIC es un maestro, un portátil, una clase, una asignatura y algunos minutos, no es comparable con la formación docente inicial de profesores. No es claro el porvenir. El ingreso de las TIC no puede repetir el esquema anterior de la tecnología invisible, la tiza y el tablero, debe ser diferente. Ese es el reto.

Snow propone la educación como medio para superar las diferencias culturales entre los científicos y los no científicos: las ciencias sociales y las humanidades.

HABERMAS EN EL AULA EN EL AÑO 1972

En síntesis, Snow (1965) asume la introducción del conocimiento social en el aula como un problema de enfrentamiento cultural entre dos mundos de vida diferentes. Habermas (1972) introduce un punto diferente e interpreta el mismo evento como un problema epistemológico.

Este punto es crucial en este trabajo de investigación de la relación entre las ciencias sociales y las ciencias naturales, por lo cual es necesario conocer cuál es la teoría de conocimiento social que entra al aula

La teoría de conocimiento social de Habermas (1972) tiene varios componentes: la concepción de ciencias naturales de Darwin y su postura sobre la teoría de la evolución, la concepción evolutiva del conocimiento de Popper, el código educativo de Bernstein y la propuesta curricular de Stenhouse para enseñar, aprender y evaluar ciencias naturales. Esto significa que el conocimiento social que ingresa al aula se asume como una consecuencia de relacionar el conocimiento en general con una postura evolucionista. Esta es la raíz de la relación entre las ciencias naturales y las ciencias sociales, la evolución como base del origen del conocimiento en el hombre. Habermas (1972), basado en los autores mencionados (Bernstein, 1975; Vorzimmer, 1977; Popper, 1962; Stenhouse, 1984) plantea que el conocimiento es el resultado de la actividad humana, es central para la vida y la reproducción.

El interés presupone una necesidad para resolver o crear algo nuevo, su motivo son razones prácticas y se determina por los principios de la razón en el contexto de la historia natural y la lógica de su proceso autoformativo (Zambrano, 2017).

En la teoría de conocimiento e interés de Habermas (1972) el trabajo y la interacción por la naturaleza incluyen el proceso de aprendizaje y el alcance de la comprensión mutua (la enseñanza). A partir de una etapa específica de evolución, estos procesos son mantenidos y mejorados a través de la investigación metódica en el progreso del proceso autoformativo de la especie, de otra manera la especie estaría en peligro.

Según los argumentos anteriores, a nivel humano, los conocimientos y los intereses, derivados de la reproducción de la vida,

están determinados por las condiciones culturales de la reproducción y su marco biológico de reproducción y preservación de la especie, es decir, implica conocimiento de ambas formas: biológica y social. En este sentido es importante saber qué conocimiento y sus intereses disciplinarios están incluidos en este proceso de conocimiento social habermasiano.

Habermas sostiene que el conocimiento humano está formado por tres intereses constitutivos: el técnico, el práctico y el emancipador (ver tabla 1).

Tabla 1. *Tipos de conocimientos según Habermas*

Interés cognitivo	Conocimiento	Medio	Ciencia	Conocimiento obtenido
Acceso técnico a los hechos: observación	Método instrumental: hipotético-deductivo	Trabajo	Ciencias naturales empírico-analítica	Control técnico
Acceso práctico a los hechos: comprensión del significado	Método práctico: interpretación de textos	Lenguaje	Ciencias sociales histórico-hermenéutica	Interpretación/hermenéutica Autocomprensión
Emancipatorio: ambos accesos anteriores	Método emancipatorio: crítica de la ideología	Poder	Ciencias críticas críticamente orientadas	Autoreflexión

Fuente: elaboración propia.

Habermas (1987) introduce la reflexión crítica en el aula y desde allí hace frente al positivismo. En su teoría epistemológica del conocimiento humano, las ciencias naturales aparecen ligada a las ciencias sociales y a las ciencias críticas, la diferencia entre ellas es el interés técnico, hermenéutico y autoreflexivo, cuando el positivismo impone la teoría de la ciencia por la teoría del conocimiento, Habermas (2005) la rechaza.

El planteamiento comteano sobre la disolución de la teoría del conocimiento para colocar en su lugar la teoría de la ciencia significa el abandono de la reflexión, este movimiento conceptual es propio del positivismo, pues este consiste en el rechazo de la reflexión. La expresión “teoría del conocimiento” se acuñó por primera vez en el siglo XIX y su objeto en aquel entonces fue la filosofía moderna, o en general, la filosofía hasta el siglo XIX. La ciencia adquirió carta de

ciudadanía porque tomo una dimensión significativa de corte filosófico. Las teorías del conocimiento no se limitaban a la explicación del método científico experimental, ni se reducían a teoría de la ciencia. Según Habermas (2005), la ciencia no ha sido pensada filosóficamente después de Kant. La ciencia solo puede ser comprendida epistemológicamente, es decir, como una más de las categorías del conocimiento posible, entre otros, en cuanto el conocimiento no se equipare con el deber absoluto de una gran filosofía, con la autocomprensión científica de una pura práctica investigativa.

En cualquiera de los dos casos, sea que se asuma la ciencia como una filosofía o una práctica de investigación, desaparece la dimensión donde puede formarse un concepto epistemológico de la ciencia. La posición de la filosofía en relación con la ciencia, que en su tiempo se denominó teoría del conocimiento, ha sido disminuida por la filosofía misma. En efecto, la teoría de la ciencia, que a mitad del siglo XIX asume la herencia de la teoría del conocimiento, es una metodología ejercida desde la autocomprensión científica de la ciencia. El “cientifismo” significa la fe ciega en la ciencia, dicho de otro modo, la ciencia no se puede entender como una forma de conocimiento posible, sino que debemos de identificarla como el conocimiento mismo. Es decir, aceptar que la teoría de la ciencia es equivalente a la teoría de conocimiento es una posición positivista, porque refuerza *a posteriori* sin examen la fe ciega en la ciencia, en su propia validez exclusiva y apoyándose en esa fe para dar cuenta de la estructura de dichas ciencias.

Hasta aquí tenemos la reflexión cultural en el aula de clases, fundamentada en Snow (1959) y en la reflexión epistemológica, apoyada en Habermas (1987), según su visión de conocimiento e interés, analizaremos cómo esto afecta el aula en su enseñanza, aprendizaje y evaluación del conocimiento de las ciencias naturales y el conocimiento de las ciencias sociales. Esto según lo dicho por Habermas (1987) al plantear que la teoría del conocimiento es diferente de la teoría de la ciencia, su respuesta es directa, la ciencia (las ciencias naturales) no es el único conocimiento válido, existen otras formas de conocimiento —la teoría del conocimiento, por ejemplo, el conocimiento social, el conocimiento ambiental y otros como el conocimiento tecnológico— que tiene el mismo valor y son necesarias para comprender, actuar y sobre todo vivir en el mundo

actual. En síntesis, para Habermas (1987) la crisis de la enseñanza y aprendizaje y evaluación de las ciencias naturales en el aula es su ruptura con las ciencias sociales.

Esa relación profunda y cada vez más rigurosa entre las ciencias naturales y las ciencias sociales se origina en Norteamérica, en los años sesenta, con el movimiento ambiental y en los setenta con el movimiento de cts.

EL MOVIMIENTO AMBIENTAL DE 1962

Rachel Carson (1962), en su lucha contra la inclusión del dicloro difenil tricloroetano (DDT) en la cadena trófica de los seres vivos, se enfrentó al esquema organizado de las multinacionales farmacéuticas de su época. Ella es considerada la fundadora del movimiento ambientalista en el siglo xx. Su libro *Silent Spring* (1962) es una invitación gráfica, convincente y poética del daño causado por la pulverización aérea de plaguicidas organoclorados como el DDT², el libro abre nuestros ojos ante la contaminación causada por el uso indiscriminado del DDT que afecta nuestras vidas.

Destacamos aquí el surgimiento del movimiento ambiental en medio del conocimiento social (la pedagogía) y el conocimiento de la disciplina, además, de la lucha por prohibir su uso y aplicación en el aula y en el contexto social. Es interesante y más lógico explicar qué es el conocimiento tecnológico en el corazón de este dilema crítico de su uso positivo y negativo. ¿Cuál es la mejor opción? y ¿cómo enseñarlo?, ¿cómo un bien heredado o un mal adquirido? El DDT, aclamado como héroe de la Segunda Guerra Mundial, fue una maravillosa droga que salvó las vidas de soldados y civiles amenazados por enfermedades transmitidas por insectos.

Después de la guerra, el DDT se convirtió en el plaguicida de elección para proteger los cultivos agrícolas de los daños causados por los insectos, pero se extendió ampliamente tanto en zonas urbanas

2. Es un potentísimo insecticida creado por el químico alemán Othmar Zeidler en 1874 y puesto a prueba en 1944 en plena Segunda Guerra Mundial contra los piojos que transmitían el tifus a las tropas. Su acción insecticida fue descubierta por el investigador suizo Paul Müller en 1939. Müller fue galardonado con el Nobel de Medicina en 1948 por este hallazgo. En años sucesivos fue rociado en cultivos, riberas fluviales, pantanos y zonas urbanas de todo el mundo. El DDT hizo retroceder la malaria y el tifus y llegó a erradicarlas de Italia, Grecia y España.

como rurales. Los camiones de aspersión viajaron por las calles de la ciudad rociando el DDT para reducir la epidemia de poliomielitis y proteger los árboles plantados a lo largo de las calles de la ciudad de los ataques de insectos. Solo unos cuantos observadores de aves y científicos notaron que las aves, los peces y otros animales silvestres estaban muriendo en áreas que habían sido previamente roseadas. Carson Rachel, una mujer tranquila y reticente, asumió la tarea de investigar las consecuencias de su uso generalizado. Esto, en un momento en que la ciencia y la tecnología (DDT) eran aclamadas como las herramientas que habían ganado la guerra y que ahora conducirían a Estados Unidos hacia una mayor altura poder y bienestar. El trabajo de Carson desafió los supuestos fundamentales de la ciencia y la tecnología. Ella cuestionó las prácticas y sistemas de creencias de entomólogos, economistas, los fabricantes de plaguicidas, los agronegocios, las agencias reguladoras y de los ciudadanos comunes. De hecho, desafió la visión misma de la ciencia, tecnología, moral y la supremacía política en el período de la Guerra.

Esta visión crítica sobre el uso permanente o abolición de la tecnología tiene un origen en el sistema educativo, contraria a otra visión originada desde la tecnología.

179

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD EN 1972

La tecnología desde una perspectiva más amplia se refiere a los artefactos, su conocimiento propio y la practica social asumida por su uso (Cajas, 1998). La gente asocia tecnología exclusivamente con artefactos sin ninguna relación con el conocimiento y las prácticas sociales que los originan. En relación con lo anterior, la educación tecnológica puede ser descripta en términos de tres movimientos: aquel que la asume como artefacto, (las artes manuales), como conocimiento (artes industriales) y como práctica social (alfabetización tecnológica).

Es útil reconocer el proceso de la educación tecnológica, inicialmente la asume como artefacto, luego como artes industriales y luego como conocimiento práctico. La demanda de la industria tecnológica exigió mayor conocimiento y habilidades tecnológicas más sofisticadas. Por ejemplo, reparar un auto o cablear una casa para instalaciones eléctricas. La educación en ciencias se separa de las manualidades y las artes industriales durante la reforma curricular de los setenta en USA, como una manera de responder al lanzamiento

del Sputnik por la URSS. Así, se privilegió lo tecnológico a causa del atraso norteamericano en la carrera espacial.

Esta separación coloca el conocimiento práctico en las artes industriales y las manualidades y lo abstracto en la educación en ciencias. Esta división afectará profundamente la enseñanza de las ciencias, porque la tecnología se asumió como el problema a superar en la escuela y se dejó de lado la educación en las ciencias.

Es importante resaltar que ningún movimiento de los mencionados estaba interesado en saber cómo la tecnología afectaba la sociedad. De allí la importancia del planteamiento de Lemons, quien, al introducir el término de alfabetización tecnológica en la conferencia de las comunidades de artes industriales sobre la educación de los maestros industriales en Mississippi Valley en 1972, sugirió una nueva meta para la educación tecnológica: preparar nuevos ciudadanos que sean capaces de analizar las cuestiones de sociedad y tecnología. Lo cual permitió a los educadores en ciencias llamar la atención sobre una interrelación más amplia que abarcará la ciencia, la tecnología y la sociedad (Gallager, 1971).

Otros educadores sugirieron hacerlo en el currículo de ciencias alrededor de las cuestiones sociales y tecnológicas. El movimiento de ciencia, tecnología y sociedad (CTS) había hecho significativa la relación entre educación tecnológica, ciencia y sociedad. El lanzamiento y explosión de la primera bomba atómica en Hiroshima, en 1945, generó miedo y riesgo a cualquier definición de contenido sobre la tecnología, en medio de la reforma curricular de los años setenta, aunque teórica y empíricamente se reconocía la singularidad del conocimiento tecnológico y sus prácticas. Era necesario incluir en la formación de los estudiantes ideas claves sobre tecnología, tales como diseño, control, sistemas y conceptos comunes para las ciencias y en tecnología conceptos como instrumentos, sistemas, modelos y escalas.

Una vez identificados dichos componentes es necesario saber cómo se relacionan y cómo inciden en la sociedad. Aquí se hace referencia a las concepciones sobre la función de la ciencia y la tecnología en la sociedad contemporánea. De la visión de los sesenta, donde la ciencia y la tecnología se relacionaba y se concebían como sinónimo de riqueza y bienestar social, se pasa a una visión de esta más controlada, intervenida y de escrutinio público. El desarrollo científico y tecnológico ha planteado nuevos desafíos sociales, éticos

y legales acerca de los riesgos y peligros en el mundo actual y para el futuro. En el mismo contexto entendemos el debate de la década de los setenta, generado por el cambio de una orientación curricular centrada en la enseñanza de las ciencias como un cuerpo establecido de conocimientos a una enseñanza de las ciencias concebida como método de generar y validar la relevancia de todo conocimiento de ciencia aplicada o de tecnología. El movimiento de CTS es producto de un cambio conceptual según el cual la educación en ciencias debe incluir la relación entre la ciencia, la tecnología y sus implicaciones sociales. Su propósito fundamental es preparar mejor a los estudiantes para sus vidas como profesionales y como ciudadanos responsables en una sociedad democrática. El impacto de las ciencias y de la tecnología en las sociedades y en las políticas de los países hace necesario plantear y desarrollar una nueva filosofía curricular para la enseñanza de las ciencias, la cual tome en consideración sus implicaciones. Por tal razón, no puede dejarse de lado una posición crítica frente al uso de la ciencia y la tecnología en beneficio de intereses transnacionales que afecten a otros países. El dilema que la CTS se planteaba puede resumirse en una pregunta de indagación profunda: ¿cómo resolver esta contradicción en las ciencias (sus teorías, leyes, conceptos, medición y experimentación) entre el bienestar social que generan sus avances tecnológicos (artefactos, conocimiento y prácticas sociales) y sus efectos negativos en el mundo de la vida? Esta pregunta resume y sintetiza el significado de la CTS para el aula de clases y su importancia como punto de referencia para enseñar ciencias en este periodo. Esta situación argumenta la propuesta de Sadler Troy (2011). Él propone vincular los asuntos socio científicos (SSI) a un amplio marco teórico que los diferencie de la CTS, para enfatizar la centralidad del desarrollo personal, moral y ético de los estudiantes y un posicionamiento epistemológico de SSI.

Esta pregunta se originó en el contexto de la lucha enarbolada por Raquel Carson contra el uso social y científico del DDT que afectó la cadena alimenticia estadounidense en el año 1960; junto el impacto que causó el lanzamiento del Sputnik por la URSS, antes que Norteamérica, en 1957. Diferentes respuestas se ofrecieron a esta pregunta en dicho contexto.

Desde el significado político, se afectaba la hegemonía mundial de Norteamérica, pues la lucha por el poder sobre el conocimiento se inclinaba hacia la URSS.

Desde lo social se acentuaba la lucha del ciudadano común por una mejor sociedad, participativa y democrática ante el conocimiento. En este caso se desarrolló un enfrentamiento entre el experto en el conocimiento científico versus el no experto; ambos se encontraban en igualdad de condiciones en su interés por el conocimiento, pero uno se interesaba en el mundo de la vida y el otro en la verdad del conocimiento, incluso estando en contra del mundo de la vida.

Desde el significado del avance científico de las ciencias naturales, se constataba el atraso de Norteamérica ante al avance de la URSS. El punto importante era el atraso de las ciencias y la tecnología, pero el asunto se redujo al atraso tecnológico por el artefacto en cuestión, el Sputnik, lo que obligó, como respuesta curricular, a la separación de la ciencia y la tecnología.

Desde el significado curricular, este se consolidó en este periodo en pro de la organización, selección, distribución y apropiación del conocimiento para la formación del ciudadano en una nación interesada en el conocimiento para su propio desarrollo, en la búsqueda de una ciencia para todos los ciudadanos y no solo para algunos.

Desde el significado educativo, se orientó hacia la sociedad para su formación partir de una alfabetización científica universal que integrara a la educación al desarrollo científico y técnico de este periodo de nuestra civilización.

Desde el significado cultural, se asumió en la sociedad que el único conocimiento válido es el conocimiento de las ciencias naturales como símbolo único del conocimiento. En otros términos, se estableció la lucha y relación entre el conocimiento de las ciencias sociales, el conocimiento de las ciencias naturales, y el conocimiento de las ciencias humanas. Sobre esto Chalmers (1992) plantea dos posturas de la relación entre el conocimiento de la ciencia y el conocimiento de las ciencias sociales.

En el primer caso asume que la objetividad de las teorías científicas es independiente de la clase, raza, sexo o cualquier influencia o explicación social. En el segundo caso plantea que la ciencia, sus teorías y conceptos no son inmunes a la explicación social.

De allí que la ciencia pierde la objetividad y su estatuto epistemológico distintivo y único que la había caracterizado como forma singular del conocimiento científico. Estas dos posturas, cada una desde su naturaleza lógica, determinan cómo el maestro concibe y actúa en el aula con el propósito de construir el conocimiento disciplinar. Dado que el problema central del maestro en el aula de clases está relacionado con los diferentes conocimientos que ingresan al aula para solucionarlo, cualquiera de las dos posturas afecta la actividad educativa del maestro y del estudiante en el aula de clases, según cómo se asuma la enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias en dicho lugar conceptual.

Esta última relación se plantea para superar la disyuntiva planteada desde el comienzo de este artículo. La ciencia no puede ser y no ser al mismo tiempo. No es posible para la ciencia ser bienestar social y destrucción, al mismo tiempo, del mundo de la vida.

Ciencia para el bien o ciencia para el mal. La relación entre las ciencias sociales y ciencias naturales es lo que posibilita superar las dificultades planteadas desde una ciencia o desde la otra. Desde las relaciones de conocimiento entre ciencias naturales y ciencias sociales no es posible resolver el problema del conocimiento en su fin para el bienestar social o simplemente el avance de dicho conocimiento, porque cada avance de este implica un nuevo interrogante a resolver y un nuevo problema que se produce y así sucesivamente, es decir no existe un conocimiento final. Necesariamente se hace definitivo romper el círculo perenne que se obtiene de más conocimiento, por ende, más problemas. Salir de ese círculo perenne implica tener una cosmovisión, es decir, una concepción de mundo que limite el conocimiento. Necesitamos colocarle límites al conocimiento. Y estos límites solo los puede colocar una concepción sobre el mundo de la vida. Todo conocimiento que va en contra del mundo de la vida no va más. ¿Tiene sentido mejorar el poder destructivo de una bomba nuclear o una bomba atómica? El equilibrio entre el conocimiento y el mundo de la vida es el principio de fondo a conseguir para sobrevivir.

EL PCK EN 1986, 1987, 1990 Y 1999

Un paso fundamental en las relaciones entre ciencias naturales y ciencias sociales es dado por Shulman (1986 y 1987), quien introduce el conocimiento pedagógico del contenido (PCK) en 1986 y lo consolida en

1987, en las bases del conocimiento para la enseñanza. La propuesta de Shulman es una repuesta a lo que él denomina el paradigma perdido del contenido, ausente en las propuestas de enseñanza, donde la actividad del profesor se diluye en organizar el salón, organizar actividades, asignar tiempos y turnos, estructurar tareas, escribir responsabilidades, planear lecciones, y juzgar la comprensión general del estudiante, allí el contenido de la lección está perdido. La propuesta de Shulman es el comienzo de otras propuestas en el mismo sentido, vincular las ciencias sociales y las ciencias naturales.

Resaltamos que el conjunto de esquemas sobre el PCK (Shulman, 1986, 1987; Grossman, 1990; Magnusson *et al.*, 1999) constituyen en última instancia la emergencia del conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPCK), el cual justifica el ingreso de la tecnología al aula de clases y es consolidado en el aula como conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK) (Mishra y Koehler, 2006 y 2008) gracias al proceso docente. Sin embargo, es necesario recalcar que el aula propone la enseñanza, aprendizaje y evaluación para la integración de los recurso virtuales de las TIC, a la luz del marco teórico de los TPACK, establecidos por Mishra y Koehler (2006 y 2008) y Koehler y Mishra (2009), como se aprecia en la figura 1.

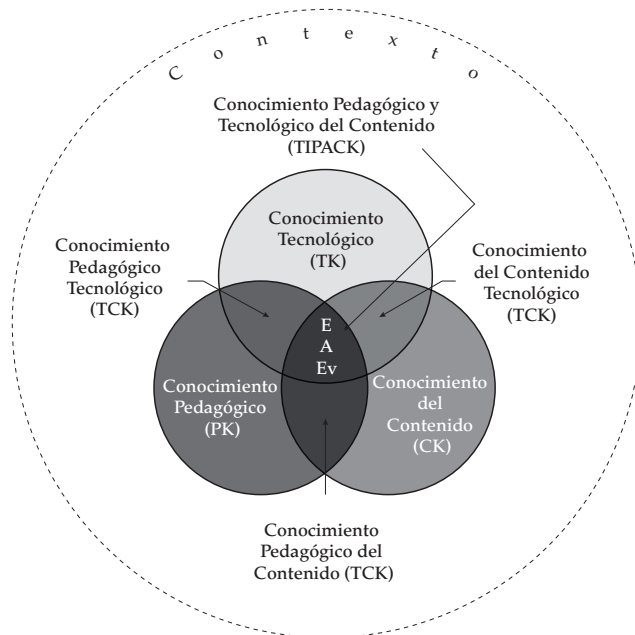


Figura 1. Propuesta del marco TPACK y los saberes que lo componen

Fuente: adaptación de Mishra y Koehler (2008).

¿Qué significa que el TPACK se conceptualice entre dos marcos teóricos diferentes de la formación docente, el PCK y el TPCK? Significa la emergencia y el reconocimiento del TPACK como parte integral de la enseñanza, aprendizaje y evaluación. Precisamente este nuevo marco teórico emerge como respuesta a su ausencia de la tecnología en el planteamiento del PCK, pero lo más importante es que la idea de competencias se desvanece, por lo tanto, la integración se resuelve en otro contexto conceptual, el TPACK. Este marco conceptual de referencia para la tecnología educativa construida sobre la formulación de PCK de Shulman se extiende a la actividad docente de los maestros al integrar la tecnología en su pedagogía.

LA ENSEÑANZA, APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN ENTRE EL PCK, TPCK Y TPACK

Shulman (1986 y 1987) asume la actividad educativa en el aula a partir de los conocimientos social, pedagógico, curricular y el PCK, pero el conocimiento tecnológico no es considerado, aparece invisible. Por lo tanto la enseñanza, aprendizaje y evaluación son vinculados solo al PCK (Shulman, 1986, 1987), pero, en el nuevo marco teórico, el TPACK (Mishra y Koehler 2006, 2008; Koehler y Mishra, 2009), el conocimiento tecnológico está plenamente establecido, es visible. El TPACK incluye tres componentes principales del ambiente de aprendizaje: contenido, pedagogía y tecnología. Esto implica que la solución de los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación debe considerar esta triada conceptual el PCK, el TPCK y el TPACK, en especial porque el PCK de Shulman es diferente entre 1986 y 1987. Esa diferencia consiste en la introducción del currículo en los temas de la de investigación de este nuevo marco teórico; una consideración fundamental en nuestra propuesta de investigación sobre la enseñanza, aprendizaje y evaluación en clase.

CIENCIA, TECNOLOGÍA INGENIERÍA Y MATEMÁTICAS EN 1990

De la interpretación del texto de Snow (1965), queda claro un planteamiento crucial, la superación de la división del mundo simbólico entre las ciencias naturales, ciencias sociales y ciencias humanas solo puede darse en la educación. Este planteamiento se rompe con el surgimiento de los procesos de integración más extremos desarrollados en la actualidad en los procesos de

enseñanza, aprendizaje y evaluación en el campo docente. Se trata de una nueva interrelación entre los términos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemática (STEM), a través de la multidisciplinariedad, interdisciplinariedad, o transdisciplinariedad. De nuevo a causa de la idea de los mundos simbólicos separados, autosuficientes e independientes, este nuevo avance en la enseñanza, aprendizaje y evaluación de los campos disciplinares aparece dividido entre STEM educación y STEM integración; sin embargo, los dos son una robusta y sólida aproximación a la enseñanza, aprendizaje y evaluación de varios programas académicos, especialmente el conocimiento de la tecnología, por su carácter teórico, práctico y aplicativo (English, 2016).

EL INGRESO DE LAS CIENCIAS SOCIALES AL AULA DE CLASE DE CIENCIAS NATURALES SEGÚN LAS POLÍTICAS PÚBLICAS EN EL CAMPO DE LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS EN EL 2004

Un asunto históricamente relevante en las relaciones entre las ciencias naturales y las ciencias sociales son las políticas públicas del Estado en asuntos educativos de las ciencias, ya sean llamadas educación en ciencias, educación matemática, educación en ciencias sociales o educación en ciencias humanas.

El Ministerio de Educación Nacional encomienda a Ascofade una tarea polémica para la nación: conceptualizar y proponer estándares básicos de competencia en ciencias naturales y ciencias sociales para todo el país entre el periodo del 2003 al 2004, sumado a la elaboración de los lineamientos curriculares de ciencias naturales. Este proceso se realiza en el marco de la Ley 115 y constituye el primer documento que desarrolla una propuesta educativa basada en el constructivismo y es documentada por autores colombianos (Ministerio de Educación Nacional, 2004).

La importancia de estas propuestas radica en ser los primeros documentos producidos en el país³ sobre la enseñanza de las ciencias con una perspectiva propia, derivada de varias políticas públicas educativas resultado de la Constitución de 1991: 1) los Proyectos Educativos institucionales institucionalizados por la Ley 115 de 1994;

3. Antes las reformas educativas se producían en el exterior, por ejemplo, las reformas educativas de las escuelas normales con influencia francesa, la reforma de Santander, influenciada por los ingleses, entre otras.

2) el marco general de ciencias naturales y educación ambiental publicado en 1994 junto a los *Lineamientos curriculares en ciencias naturales y educación ambiental, áreas obligatorias y fundamentales* (Ministerio de Educación Nacional, 1998); 3) los estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales publicados en *Formar en ciencias: ¡el desafío! Lo que necesitamos saber y saber hacer* (Ministerio de Educación Nacional 2004).

Estas políticas educativas, filosófica y epistemológicamente se fundamenta en el constructivismo. Es necesario resaltar que los lineamientos curriculares publicados en 1998 introducen una propuesta sobre cuáles deben ser los logros e indicadores en el área de ciencias naturales. Algo que los marcos generales de ciencias y educación ambiental de 1994 no consideraron.

Tanto la Ley General de Educación de 1994, como el marco general de ciencias naturales y educación ambiental, los lineamientos curriculares sobre ciencias naturales y educación ambiental y los estándares básicos de ciencias naturales y ciencias sociales reconocen, en cierto sentido, la autonomía intelectual del maestro en el ejercicio profesional de la enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias naturales. Estas políticas sitúan al docente como el autor y practicante de sus propias teorías, técnicas y prácticas pedagógicas y curriculares en la escuela. El problema radica en que el maestro realiza esta tarea en un contexto cultural que lo ha concebido como el practicante de un currículo previamente diseñado por otros. Es decir, el maestro tiene limitaciones para desarrollar su autonomía intelectual en el campo educativo de las ciencias naturales. De allí la importancia de que el maestro aprenda a construir su propia propuesta curricular para desarrollar las actividades de enseñanza, aprendizaje y evaluación en el aula de clases como una expresión de su trabajo profesional autónomo al interior de la escuela. El punto más importante por el cual abordamos este asunto es precisamente el encuentro entre las ciencias naturales y las ciencias sociales. La comisión encargada de diseñar los estándares para todo el país⁴ dirigió la tarea de su realización tras asumir que las disciplinas, en su proceso de construcción y

4. Esta comisión estuvo presidida por Alfonso Claret Zambrano (Universidad del Valle), Elkin Agudelo (Ministerio de Educación Nacional) y Claudia Ordoñez (Universidad de los Andes). La comisión produjo la guía 7, *Formar en ciencia: ¡el desafío! Lo que necesitamos saber y hacer* del Ministerio de Educación Nacional en el año 2004.

formación, han establecido regiones epistemológicas propias y específicas para estudiar e investigar la realidad que buscan explicar y transformar (Ministerio de Educación Nacional, 2004). Dichas regiones están caracterizadas por sus objetos de estudio específicos, sus problemas teóricos, sus procedimientos experimentales y sus reglas para solucionarlos. Desde esta perspectiva, las ciencias naturales y las ciencias sociales han desarrollado, en sus regiones epistemológicas, que la comunicación y la aproximación entre ellas es inevitable y debe ser asumida conceptualmente. Por consiguiente, en virtud de su desarrollo y crecimiento disciplinar, las dos disciplinas tienen contacto y relación. Es en este contexto, se propone abordar la construcción de los estándares teniendo en cuenta, por un lado, su carácter disciplinario y, por el otro, su carácter convergente o transversal. En el primer caso, los estándares se organizarían en torno a las competencias científicas y en el segundo caso en torno a las competencias convergentes. En este último caso, se considera que los estándares se refieren a la convergencia común de referentes conceptuales en sus componentes epistemológicos: contenidos, procesos y valores, entre las ciencias sociales y naturales. Tales referentes son: el ambiente, la ciencia, la tecnología, la sociedad, y la cultura. Estos referentes permiten pensar los estándares comunes a las dos disciplinas. Nos interesa recorrer un poco el papel que jugó la concepción de CTS. Esta fue la primera vez que se planteó en Colombia la relación entre ciencias sociales y ciencias naturales a partir de una decisión intencional. En el país se enseñaban las ciencias naturales asumiendo su enseñabilidad por sí misma, las ciencias sociales no hacían parte de lo enseñable de esas disciplinas, era una enseñanza en crisis, porque la naturaleza, hacia ruptura (su relación) con la sociedad. Como Habermas (1987) sostenía la crisis de las ciencias naturales es su ruptura con las ciencias sociales.

Un caso en relación con lo anterior, en la política pública educativa del país, el Ministerio de Educación Nacional plantea la propuesta curricular de dos maestrías diferentes, según el Decreto 1001 de 2006:

Artículo 6. Las maestrías podrán ser de profundización o de investigación. Las primeras tienen como propósito profundizar en un área del conocimiento y el desarrollo de competencias que permitan la solución de problemas o el análisis de situaciones particulares de carácter disciplinario, interdisciplinario o profesional, a través de la

asimilación o apropiación de conocimientos, metodologías y desarrollos científicos, tecnológicos o artísticos. El trabajo de grado de estas maestrías podrá estar dirigido a la investigación aplicada, el estudio de casos, la solución de un problema concreto o el análisis de una situación particular. Las maestrías de investigación tienen como propósito el desarrollo de competencias que permitan la participación activa en procesos de investigación que generen nuevos conocimientos o procesos tecnológicos. El trabajo de grado de estas maestrías debe reflejar la adquisición de competencias científicas propias de un investigador académico, las cuales podrán ser profundizadas en un programa de doctorado.

Pocas veces es tan nítida la necesidad de analizar la política pública del país, ya sea participando de esta o proponiendo alternativas. El Ministerio de Educación Nacional propicia el uso educativo del rck en la formación de los profesores en ejercicio a partir de su programa de becas; sin embargo, la instauración de un nuevo marco teórico del saber del profesor exige abandonar el anterior, el TPACK sirve, entonces, para explicar la existencia de la integración de las TIC a la enseñanza, aprendizaje y evaluación.

189

EL INGRESO DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE EN LA POLÍTICA PÚBLICA COLOMBIANA, EL DESARROLLO Y LÍMITE DE LAS COMPETENCIAS TIC EN EL 2004 Y LA VIRTUALIZACIÓN EN LA ÉPOCA DE LA PEDAGOGÍA DEL VIRUS EN EL 2020

Un último punto que afecta la educación son los objetos de aprendizaje planteados por el Ministerio de las TIC en el año 2004, los cuales silenciosamente afectaron la política pública educativa colombiana. Su ingreso fue la base para empezar hacer uso de las TIC como un sustituto pedagógico; sin embargo, esa no era la ruta, no se trata de usar las TIC para sustituir el pensamiento pedagógico. El uso de las TIC y sus competencias muestran su límite: ayudan a la formación docente, colaboran con el saber pedagógico, pero no lo sustituyen. Los recursos digitales son necesarios, pero no sustituyen la pedagogía, son un medio para llegar a la teoría y práctica del saber pedagógico, ellas no son el fin. Esto podemos verlo desde la robótica. Los robos ingresan al mundo de la vida porque se lo permitimos, ellos son consecuencia creativa del hombre no al revés.

Volviendo a los objetos de aprendizaje, ya mencionados, su conocimiento implica saber de su naturaleza, estructura y su propósito educativo en el campo del saber pedagógico.

DEFINICIÓN Y ESTRUCTURA DE UN OBJETO DE APRENDIZAJE

Para definir un objeto de aprendizaje OA es importante partir de sus primeras concepciones, las cuales se han modificado y perfeccionando con el tiempo para atender cada vez más al saber pedagógicos que sustenta el diseño, desarrollo y aplicación de estos materiales. En este sentido, algunas de las definiciones elaboradas se obtienen de esta perspectiva del saber pedagógico, que se dirigen a localizar su incidencia pedagogía en la enseñanza, aprendizaje y evaluación.

El término objeto de aprendizaje fue usado por primera vez en 1992 por Wayne, quien asoció los bloques Lego con bloques de aprendizaje normalizados con fines de reutilización en procesos educativos. La idea surgió al observar a su hijo jugando con unos juguetes Lego y se dio cuenta que los bloques de construcción que usaba podrían servir de metáfora explicativa para la formación de materiales educativos en pequeñas unidades, que permitieran el aprendizaje de una forma sencilla y que pudieran conectarse entre sí, es decir, desarrollar piezas de aprendizaje fácilmente interoperables, lo cual denominó objetos de aprendizaje (Gutiérrez Porlán, 2008). Esta metáfora del Lego es una explicación simplista del uso pedagógico de los OA pues lleva hacia una función de reusabilidad. En otros términos, cada una de las piezas se puede reutilizar cuantas veces se desee y, dado un conjunto de estas, formarían nuevas figuras, en este caso nuevos objetos de aprendizaje. Por otra parte, L'allier (1997) concibe que los OA son "estructuras mínimas e independientes", caracterizadas por tener unos objetivos (relacionados con lo que se desea enseñar), actividades de aprendizaje (ejercicios e interactividad que desarrolla el estudiante para reforzar los contenidos) y la evaluación (puntuación obtenida en el desarrollo de la actividad). Dos años más tarde el Institute of Electrical and Electronics Engineers—Learning Object Metadata (IEEE—LOM) plantea que un OA es "cualquier entidad, digital o no digital, que puede ser usada, reutilizada o referenciada durante un proceso de aprendizaje apoyado por la tecnología" (IEEE, s. f.). Esta definición es demasiado general, ya

que cabe cualquier tipo de material educativo. Wiley, en el año 2000, construye una definición basada en el aprendizaje y la categoría de usabilidad como: “un OA se usa para designar un material educativo diseñado y creado en pequeñas unidades digitales con el propósito de maximizar el número de situaciones educativas en las que se puede utilizar dicho recurso” (p.3). Frente a la concepción anterior, Polsani (2003) plantea que el OA es “Una unidad didáctica, autocontenida e independiente, predispuesta para su utilización en múltiples contextos institucionales” (p.8). En este caso, considerar el OA como una estructura independiente implica que, a su vez, puede hacer parte de un constructo muchos más organizado y complejo. Al respecto, Hodgins (2002) define un OA como “Pequeñas piezas digitalizadas de instrucción que pueden ser ensambladas en una estructura instruccional más grande” (p. 76). A la luz de esta definición, se considera por primera vez la noción de interoperabilidad entre los OA, pero tiene una dificultad en no tener en cuenta el contenido del objeto y además pensar que un OA se puede combinar con otros de manera aleatoria, sin tener en cuenta aspectos técnicos, pedagógicos y disciplinares. Castañeda de León y Enríquez (2005) mencionan que al hablar de objetos de aprendizaje es natural también hablar de acervos o “repositorios” de objetos de aprendizaje. Estas colecciones de recursos digitales constan de dos partes: los contenidos (objetos digitales) y la metainformación asociada a los contenidos, denominada “metadato”, que permiten la catalogación digital de la información que contiene un OA y su reutilización en diversos contextos.

Sin lugar a dudas las definiciones anteriores han permeado las concepciones de OA utilizadas en el contexto colombiano y esta aseveración se puede apreciar en la siguiente expresión: “Un objeto de aprendizaje es un conjunto de recursos digitales que puede ser utilizado en diversos contextos, con un propósito educativo y constituido por al menos tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización” (Ministerio de Educación Nacional, s. f.). Hasta aquí se ha esbozado una breve evolución de la definición de OA, cuya importancia es esencial para el proceso del acto educativo en la enseñanza, aprendizaje y evaluación. Esta propuesta llega hasta cierto punto en su relación con la propuesta del marco conceptual de las TIC. Teniendo en cuenta el marco conceptual del ТРАСК, propuesto por Mishra y Koehler (2006), un OA se puede definir como el conjunto de recursos digitales que constituyen dicho

conocimiento tecnológico con un propósito educativo, por medio del cual se articula dicho conocimiento tecnológico (recursos digitales) con el conocimiento pedagógico y conocimiento disciplinar. De ahí que: 1) el conocimiento tecnológico se caracteriza por ser reutilizable, portable, accesible, interoperable, autocontenible, navegable y granulable; 2) el conocimiento pedagógico se caracteriza por presentar una propuesta curricular para la enseñanza, aprendizaje y evaluación a través de una serie de actividades; y 3) el conocimiento disciplinar se refiere a los contenidos representados en hechos, conceptos, teorías, leyes, fenómenos, medición y experimentación que entran en relación con el conocimiento pedagógico. Entonces, desde esta perspectiva, el conocimiento tecnológico permite integrar el conocimiento disciplinar y el conocimiento pedagógico, pero este último es el que permite la viabilidad de su enseñanza, aprendizaje y evaluación. El conocimiento tecnológico es la vía por la cual la disciplina (el vehículo) es conducida por el saber pedagógico, este determina hacia dónde vamos, cómo vamos y por qué vamos por esa vía.

EL PROCESO DE VIRTUALIZAR EN EL 2020

Cerramos este trabajo con el impacto que la pandemia del siglo XXI producida por la COVID-19, causó en la enseñanza de las ciencias. Este suceso no puede pasar desapercibido, ya que afectó la educación presencial, obligo al cierre de instituciones educativas y remitió al trabajo remoto en casa. Aquí emerge la importancia del punto anterior sobre los OA y sus limitaciones. Un OA fuera del contexto de una propuesta educativa no tiene sentido. El OA por sí mismo no enseña, ni aprende, es necesario introducirlo a una propuesta educativa. Este es el sentido de este último punto, cómo hacer esa relación educativa entre el conocimiento pedagógico, el conocimiento tecnológico y su medio de relación, es decir, el saber del profesor en su campo de conocimiento.

La primera fase de esta propuesta aborda el conocimiento tecnológico. Esta requiere del apoyo de la Universidad y consiste en reconocer y apropiarse su campus virtual. La propuesta fue construida a partir de las diversas opiniones de las clases desarrolladas en distintas universidades. De allí la necesidad de conocer cómo se deben hacer las clases con el correo electrónico, Google Meet, WhatsApp, teléfono y Google Drive, junto al más importante recurso del profesor, el libro. Esto consiste en entender cómo conocer el campus virtual me

ayuda a integrar la enseñanza, aprendizaje y evaluación de mi campo de saber (mi teoría y mi texto) con los recursos digitales.⁵

La segunda fase consiste en el saber pedagógico. La propuesta asume el saber pedagógico según su enseñanza, aprendizaje, y evaluación en clase a partir del aprendizaje de los estudiantes y la enseñanza del libro o teoría del profesor, los cuales se interrelacionan a partir de la necesidad de la formación profesional que se busca. Es decir, los estudiantes, aprenden, enseñan y evalúan a partir de esa interrelación. Esto significa que, antes de asistir a un curso, a una conferencia, se debe analizar previamente su realización, conocer su desarrollo y qué se espera de esta. Esto es posible si el profesor entrega a tiempo los contenidos previamente preparados. Esta fase está en relación con la teoría o texto que el profesor ha preparado para la enseñanza, aprendizaje y la evaluación. Es algo insólito, el estudiante debe conocer cuál es la evaluación que se necesita para realizar la aprobación del curso a partir de los resultados del aprendizaje que se espera de su actividad en el aula (Decreto 1330 de 2019).

La tercera fase consiste en cómo articular las dos fases anteriores, cómo debemos conocer, es decir, integrar los recursos digitales y virtuales con la enseñanza, aprendizaje y evaluación, junto a la teoría del profesor, los cursos, seminarios, talleres y laboratorios. En otras palabras, cómo relacionar los recursos virtuales con el saber pedagógico a través del texto del profesor.

193

REFERENCIAS

- Arisó Cruz, A. (2012). La noción de lugar en la física aristotética. *Thémata. Revista de Filosofía*, 45. <https://revistascientificas.us.es/index.php/themata/article/view/448>.
- Bacon, F. (2013). *Essays, Advancement of Learning*. Classic Books.
- Bernstein, B. (1975). *Class, codes, and control. Towards a Theory of Educational Transmissions* (Vol. 3). Routledge.
- Cajas, F. (1998). Introducing technology in science education: the case of Guatemala. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 18(3), 198–207. <https://doi.org/10.1177%2F027046769801800307>

5. El informe de la profesora Liliana Arias Castillo y de la profesora Gloria Toro se ubican en esta fase y señalan qué tiene la Universidad para hacer esa ruta y qué debemos conocer del campus virtual de la Universidad.

- Carr, W. y Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza. La investigación acción en la formación del profesorado*. Ediciones Martínez Roca, S. A.
- Carson, L. R. (1962). *Silent spring*. Mariner Books.
- Castañeda de León, L. y Enríquez, L. (2005). Los profesores en el uso y diseño de objetos de aprendizaje. *Revista Digital E-Spacio UNED*. <https://recursos.educoas.org/sites/default/files/2005-03-30453DisenoObjetosAprendizaje.pdf>
- Chalmers, A. (1992). *La ciencia y cómo se elabora*. Siglo XXI.
- Decreto 1001 de 2006 (3 de abril), Por el cual se organiza la oferta de programas de posgrado y se dictan otras disposiciones. *Diario oficial* 46.230. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-96961_archivo_pdf.pdf
- Decreto 1330 de 2019 (25 de julio), Por el cual se sustituye el Capítulo 2 y se suprime el Capítulo 7 del Título 3 de la Parte 5 del Libro 2 del Decreto 1075 de 2015 -Único Reglamentario del Sector Educación. *Diario oficial* 51.025. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-387348_archivo_pdf.pdf
- English, L. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(3). <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Gallager, J. (1971). A broader base for science teaching. *Science Education*, 55(3), 329–338. <https://doi.org/10.1002/sci.3730550312>
- Geertz, C. (1973). *The interpretation of cultures*. Basic books.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. Teachers College Press.
- Gutiérrez Porlán, I. (2008). Usando objetos de aprendizaje en enseñanza secundaria obligatoria. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 27, 1–17. <https://doi.org/10.21556/edutec.2008.27.462>
- Habermas, J. (1972). *Knowledge and human interests*. Beacon Press.
- Habermas, J. (1987). *Knowledge and human interests* (Trad., J. J. Shapiro). Polity Press.
- Habermas, J. (2005). Continental Philosophy of Science. en G. Gut-tong (Ed.), *Knowledge and Human Interests: A General Perspective*. Wiley Online Library. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9780470755501.ch23>
- Habermas, J. (1986). *Teoría de la acción comunicativa*. Ed. Trotta.
- Hirst, P. (1974). *Knowledge and the Curriculum (International Library of the Philosophy of Education* (v. 12). Routledge.

- Hodgins, H. W. (2002). The Future of Learning Objects. En D. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects* (pp. 281–298). <https://members.aect.org/publications/InstructionalUseofLearningObjects.pdf>
- IEEE. (s. f.). *Estándar para Metadatos de Objetos Educativos*. 2002. <http://ltsc.ieee.org/wg12>.
- Koehler, M. y Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70. <https://citejournal.org/wp-content/uploads/2016/04/v9i1general1.pdf>
- L'allier, J. (1997). *Frame of Reference: NETg's Map to Its Products, Their Structures and Core Beliefs*. <http://web.archive.org/web/20020615192443/www.netg.com/research/whitepapers/frameref.asp>
- Ley 115 de 1994 (8 de febrero), Por la cual se expide la ley general de educación. *Diario oficial* 41.214. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf
- Magnusson, S., Krajcik, J. y Borko, H. (1999). Examining Pedagogical Content Knowledge. EN J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (Eds.), *Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching* (pp. 95–132). Springer. https://doi.org/10.1007/0-306-47217-1_4
- Ministerio de Educación Nacional. (s. f.). *Banco Nacional de Recursos Educativos*. Ministerio de Educación Nacional.
- Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos curriculares en ciencias naturales y educación ambiental, áreas obligatorias y fundamentales*. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-89869_archivo_pdf5.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Formar en ciencias: ¡el desafío! Lo que necesitamos saber y saber hacer* (guía 7). Ministerio de Educación Nacional de Colombia. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf
- Ministerio Nacional de Colombia. (2016). *Derechos básicos de aprendizaje*. Panamericana. https://wccopre.s3.amazonaws.com/Derechos_Basicos_de_Aprendizaje_Transicion.pdf
- Mishra, P. y Koehler, M. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. http://onezoneheights.pbworks.com/f/MISHRA_PUNYA.pdf

- Mishra, P. y Koehler, M. (2008). Introducing Technological Pedagogical Content Knowledge. *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, 1–16.
- Moore, P. (1974). Perspectives on Punishment. *Journal of Philosophy of Education*, 8(1), 76–102. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9752.1974.tb00491.x>
- O'Connor, D. J. (2016). *An Introduction to the Philosophy of Education*. Routledge Library Editions.
- Polsani, P. R. (2003). Use and abuse of reusable learning objects. *Journal of Digital Information*, 3(4). <https://journals.tdl.org/jodi/index.php/jodi/article/view/jodi-105>
- Popper, P. R. (1962). *La Lógica de la investigación científica*. Tecnos.
- Sadler, T. (Ed.). (2011). *Socio-Scientific Issues in the classroom*. Springer.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.2307/1175860>
- Shulman, L. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-23. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Snow, C. P. (1965). *The two cultures and a second look an expanded versión of the two cultures and the scientific revolution*. Cambridge University Press.
- Stenhouse, L. (1984). *Investigación y desarrollo del curriculum*. Ediciones Morata, S. A.
- Taylor, P. C., Tobin, K. G. y Cobern, W. W. (1994). The classroom as a sociocultural site: Toward more insightful understandings of ways of knowing and acting. *Symposium Presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, 1–25.
- Vorzimmer, P. (1977). The Darwin reading notebooks (1838–1860). *Journal of the History of Biology*, 10, 107–153. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/BF00126097>
- Wiley, D. A. (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy. En D. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects*. <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>
- Zambrano, A. (2017). *Metodología de la investigación educativa en la enseñanza de las ciencias naturales*. Universidad del Valle.

Autonomía del experimento en la educación en ciencias de la naturaleza. Implicaciones pedagógicas y didácticas

Isabel Garzón Barragán
Universidad Pedagógica Nacional

Es un lugar común asumir que el experimento es una estrategia fundamental en las ciencias y en la educación en ciencias. También es frecuente considerar que las ciencias se encargan de estudiar fenómenos, los cuales se entienden, la mayoría de las veces, como sucesos que ocurren naturalmente y que los científicos solo los observan y represen. Como ha sido afirmado por diferentes autores, los fenómenos se presentan o aparecen a una consciencia que los percibe. Desde esta perspectiva, entonces, los fenómenos son dados, están en el mundo, aguardando a que nos percatemos de su existencia:

El aparato fue hecho por el hombre. Las invenciones fueron creadas.
Pero tendemos a sentir que los fenómenos revelados en el laboratorio

son parte del designio divino y que están allí a la espera de ser descubiertos. Tal actitud es natural en una filosofía dominada por la teoría. (Hacking, 1996, p. 254)

Así, el experimento permite que muchos fenómenos sean, de hecho, construidos y dejen de ser solamente algo que ocurre de manera natural. Algunos fenómenos que devienen objetos de la ciencia no están aguardando a ser descubiertos y teorizados, sino que son, literalmente hablando, constructos materiales. En síntesis, el experimento en ciencias es ante todo una estrategia para fabricar fenómenos que no podrían existir de otro modo, que no sea a través de nuestra intervención en el mundo. Esta postura tiene importantes implicaciones para la educación en ciencias y, por ende, para la formación de profesores de ciencias. Pero para poder decir algo sobre dichas implicaciones, es menester acudir a la filosofía y la historia de las ciencias, entre otras cosas para comprender mejor la perspectiva que aquí se plantea.

CREADORES DE FICCIONES Y RELATOS

198

A propósito de reflexionar acerca de la educación en ciencias de la naturaleza, amerita preguntarnos por qué los seres humanos crean relatos, en especial, relatos científicos. Por ejemplo, los biólogos clasifican los organismos en especies. Una especie agrupa un conjunto de animales que tienden a aparearse entre sí, dando origen a descendientes fértiles. Las especies que evolucionaron a partir de un ancestro común se agrupan bajo la denominación de género. Un ejemplo de esto son los felinos. En el caso del *Homo sapiens*, se tiene la especie *sapiens* (sabio) del género *Homo* (hombre). Los géneros, a su vez, se agrupan en familias, como las de los perros (lobos, zorros, chacales); todos sus miembros remontan su linaje hasta una matriarca o un patriarca fundadores. La familia de la que hace parte el *Homo sapiens* es la de los grandes simios, con parientes próximos vivos, como los chimpancés, los gorilas y los orangutanes.

Aunque en los últimos 10 000 años pareciera que el género *Homo* estuviese compuesto sólo por una especie humana, el *Homo sapiens*, las investigaciones muestran que esto no es así, hubo otras muchas especies de este género y, posiblemente, en el futuro mediano se tendrán humanos no *sapiens*. Además, los estudios también muestran que el modelo lineal comúnmente asumido de que todas las

especies de humanos anteriores se disponen en una línea de descendencia directa es una falacia (Harari, 2014); lo cierto es que en el pasado existieron simultáneamente varias especies de humanos. En este sentido, cabe preguntarse ¿por qué hoy día somos la única especie humana?

El *Homo sapiens*, aproximadamente hace 70 000 años empezó a hacer cosas muy especiales, inventaron barcas, lámparas de aceite, arcos, flechas, agujas (para coser vestidos cálidos), algunos objetos que pueden calificarse de arte y joyería, así como las primeras pruebas de religión, comercio y estratificación social. Los logros, según los expertos, fueron el producto de una revolución en las capacidades cognitivas de los sapiens; que también se caracterizó por la aparición de nuevas maneras de pensar y comunicarse, aproximadamente entre 70 000 y 30 000 años atrás.

Cabe considerar ¿qué causó esta revolución cognitiva? La teoría con mayor aceptación “aduce que mutaciones genéticas accidentales cambiaron las conexiones internas del cerebro de los sapiens, lo que les permitió pensar de maneras sin precedentes y comunicarse utilizando un tipo de lenguaje totalmente nuevo” (Harari, 2014, p. 35), que les permitió conquistar el mundo. ¿Qué tenía de especial este lenguaje?, cada animal tiene algún tipo de lenguaje, que, por ejemplo, les permite a muchos informarse entre sí sobre la localización del alimento. Una respuesta común a esta pregunta es que nuestro lenguaje es muy flexible, con un número limitado de sonidos y señales con las cuales podemos producir una gran cantidad de frases con significados diferentes; esto nos permite guardar en la memoria y comunicar una cantidad prodigiosa de información acerca del mundo que nos rodea.

Otra respuesta a la especialidad del lenguaje desarrollado por el *Homo sapiens* es la teoría sobre la evolución de este lenguaje como una forma de compartir información sobre el mundo, en particular acerca de los humanos. De esta manera se reconoce que el *Homo sapiens* es ante todo un animal social, la supervivencia y la reproducción han dependido de la cooperación social, más que de saber dónde están los alimentos es saber quién es quién; en otras palabras, el chisme ha sido importante para llegar a donde estamos. Incluso hoy en día gran parte de la comunicación humana es chisme.

Probablemente las dos teorías, la del chisme y la de informar sobre el mundo exterior sean válidas. Sin embargo, la característica única de nuestro lenguaje no es la de transmitir información acerca de las cosas o seres que nos rodean, sino la de transmitir información acerca de cosas que solo existen en la imaginación, es decir, la capacidad de hablar de ficciones, como por ejemplo los mitos, las leyendas, los dioses, entre otros. Además, no solo imaginamos cosas de forma individual, lo hacemos colectivamente; forjamos mitos comunes tales como los mitos nacionalistas de los Estados modernos o los relatos científicos, que nos han permitido cooperar de maneras muy flexibles con un gran número de personas extrañas. Y de esta manera el *Homo sapiens* ha logrado dominar el mundo.

Si se asume la teoría del chisme como elemento fundamental para cohesionar del *Homo sapiens*, los expertos afirman que el número máximo de seres humanos miembros de un grupo estaría alrededor de 150. Por encima de este número empieza a haber problemas de cohesión, entonces ¿cómo ha logrado el *Homo sapiens* formar ciudades con miles o millones de habitantes? Parece que el secreto es la aparición de la ficción “un gran número de extraños pueden cooperar con éxito si creen en mitos comunes” (Harari, 2014, p.41). Cualquier cooperación humana está establecida sobre mitos comunes que solo existen en la imaginación colectiva. Por ejemplo, los Estados se fundamentan en mitos nacionales comunes; estos mitos son relatos que la gente se inventa y se cuentan de unos a otros. Los mitos nacionales comunes son relatos, así como las creencias en fantasmas; una marca como Lamy o Adidas, son “ficciones legales”, no son objetos físicos, son invenciones bastante ingeniosas del *Homo sapiens*.

La dificultad de contar relatos está en convencer a todos y cada uno para que se los crean. Cuando esto se logra, se propicia que millones de extraños cooperen y trabajen hacia objetivos comunes. A través de narraciones la gente crea ficciones, constructos sociales o realidades imaginadas. Las realidades imaginadas no son mentiras, son algo en lo que todos creen, y mientras la creencia persista, la realidad imaginada ejerce una gran fuerza en el mundo. Una de estas realidades imaginadas son las ciencias, cuyo objeto de estudio es la naturaleza.

Entonces, los humanos viven una realidad dual, por un lado, la realidad objetiva de las plantas, el sol, la tierra, y por el otro, la

realidad imaginada de los dioses, las naciones, las marcas de ropa, carros o equipos de fútbol. Si se mira a nuestro alrededor y analizamos las formas de vida actuales, se puede afirmar que cada vez más la realidad imaginada se ha hecho más poderosa.

Si se modifican las narraciones contadas se pueden modificar los mitos y así alterar la manera como la gente puede cooperar. La evolución cultural, característica del *Homo sapiens* permite cambios en periodos de tiempo más cortos que la evolución genética; esto permitió al *Homo sapiens* superar todas las especies humanas y animales en su capacidad de cooperar. Muchas instituciones creadas por el *Homo sapiens* han sobrevivido no por transmitir genes, sino transmitir relatos, por ejemplo, las religiones que cohesionan millones de seguidores. Se pueden transformar estructuras sociales, innovar el comportamiento social, la naturaleza de las relaciones (el uso del teléfono móvil o de la Internet) en periodos de una o dos décadas.

Las redes comerciales de los *Homo sapiens* se basan en ficciones. Se requiere confianza en extraños o en entidades ficticias como el dinero, los bancos, las marcas de las corporaciones para hacer negocios. La confianza se crea mediante un relato común asumido. Las culturas están constituidas, principalmente, por la diversidad de patrones de comportamiento y la diversidad de las realidades imaginadas. Permanentemente cambian y se desarrollan.

Hoy en día, vivimos inmersos en un mundo completamente transformado por el *Homo sapiens*, nuestras rutinas diarias están determinadas por múltiples dispositivos, las horas de sueño también, más aún cuando fue posible tener luz eléctrica desde el inicio del siglo xx. El proceso histórico que condujo a los modos de vida actuales se puede denominar revolución científica. Desde hace unos 500 años los humanos han invertido recursos en la investigación científica, obteniendo nuevos y enormes poderes.

Pero, esta revolución no se puede considerar simplemente como generada por la investigación para propiciar progreso. Existe una relación entre investigación (ciencias), poder (política) y recursos (economía) (ver figura 1). Los recursos para la investigación son proporcionados por instituciones políticas y económicas. A su vez, la investigación científica proporciona nuevos poderes políticos y económicos.

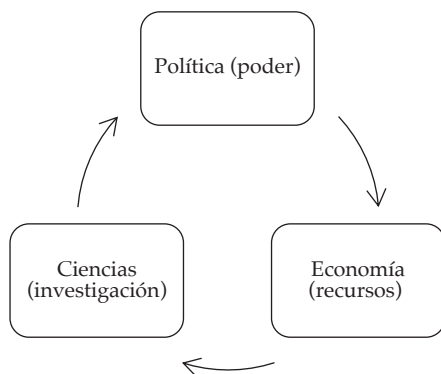


Figura 1. Relación entre ciencias, política y economía

Fuente: elaboración propia.

Una característica específica de la revolución científica es el reconocimiento por los humanos de su ignorancia, existen y surgen muchas preguntas a las que es necesario construirles respuestas. Antes se tendía a suponer y aceptar que todo lo importante por conocer del mundo ya era conocido. Un ejemplo de esto, son las tradiciones alimentadas por diversas grandes religiones.

Sin embargo, siempre ha habido personas que cuestionan estas tradiciones. Por ejemplo, Jenófanes, el poeta y filósofo griego, quien vivió alrededor del año 546 a. C. (siglo v), satirizaba la creencia politeísta de sus congéneres al cuestionar sus deidades como dioses creados a imagen de quienes los adoraban. Así, en uno de los pocos fragmentos de sus escritos conocidos, afirmó: si los bueyes pudieran pintar y esculpir, pintarían dioses que parecerían bueyes. En este sentido, proponía rechazar el antropomorfismo politeísta y reconocer en su lugar una deidad única no humana invisible. Pero, las personas que han cuestionado las tradiciones han sido marginadas o perseguidas. O han creado nuevas tradiciones, no necesariamente mejores.

Las ciencias son una tradición de conocimiento, en el sentido que admite la ignorancia en relación con diversas cuestiones, por ejemplo, acerca de ¿cómo el cerebro produce la conciencia?, ¿la materia es continua o discontinua? La disposición de esta tradición a buscar respuestas hace que las ciencias tengan un carácter dinámico.

Pero, el supuesto de no saberlo todo, que el conocimiento es provisorio, se extiende a los mitos y otras tradiciones compartidas que permiten que millones de extraños cooperen de manera efectiva.

Así, el cambio de las tradiciones que cohesionan colectivos humanos ha llevado a algunos a declarar una teoría científica como verdad final, al margen de las prácticas científicas. Como por ejemplo los nazis con la idea de la supremacía racial. Incluso la ciencia se ha basado en creencias religiosas e ideológicas para justificar y financiar su investigación.

Hoy, una de las cosas que ha hecho posible muchos de los ordenes sociales modernos es la creencia casi religiosa en la tecnología y en los métodos de la investigación científica. Las ciencias, la industria y la tecnología militar se entrelazaron con la llegada del sistema capitalista y de la revolución industrial. Las guerras de hoy en día son producciones científicas. Gran parte de la investigación científica y el desarrollo tecnológico son financiados y dirigidos por fuerzas militares del mundo.

En este sentido, muchos suponen que la ciencia y la tecnología son la respuesta a todos los problemas que enfrentamos; pero la ciencia es una actividad humana que, como otros campos de la cultura, de las culturas, está influenciada por intereses económicos, políticos y religiosos. Es decir, es ingenuo creer en las ciencias puras, marginadas de tales intereses.

203

Así, cabe preguntarse en el campo de la educación en ciencias si ¿lo importante es enseñar ciencias como la física, la química o la biología, como un fin en sí mismo? En primer lugar, la respuesta a esta pregunta no es de carácter científico, es política, económica y religiosa; ¿qué poderes promueve o afecta?, ¿qué dinero se tiene o qué creencias se asumen? Así como la investigación científica florece en alianza con intereses religiosos, políticos o económicos, las reflexiones en educación en ciencias deben contemplar este carácter de las ciencias en las orientaciones y prioridades que se establezcan.

EDUCACIÓN EN CIENCIAS DE LA NATURALEZA PARA LA DIVERSIDAD DE LAS PERSONAS

Un hecho muy interesante y a la vez un misterio es que no existen ni han existido dos personas iguales, incluso los gemelos son diferentes, únicos. Así, cabe considerar que “Un tipo de falta de respeto consiste en no ser visto, en no ser tenido en cuenta como auténticos seres humanos” (Sennett, 2003). Acorde con esto, la educación en ciencias de la naturaleza debería favorecer el desarrollo de los niños, niñas y

jóvenes, y en general de las personas, para que puedan llevar una vida humanamente digna y significativa. En palabras de Mahbub ul Haq (citado en Klagman, 2010):

La verdadera riqueza de una nación está en su gente. El objetivo básico del desarrollo es crear un ambiente propicio para que los seres humanos disfruten de una vida prolongada, saludable y creativa. Esto puede parecer una verdad obvia, aunque con frecuencia se olvida debido a la preocupación inmediata de acumular bienes de consumo y riqueza financiera. (p. 12)

Así, se busca desarrollar la capacidad en los niños y jóvenes para controlar y planificar sus propias vidas. Enseñarles a reconocer que no son seres pasivos, a merced de los comportamientos que imponen los medios de comunicación masivos y homogeneizantes, reconocer que pueden elegir y que pueden ser personas autónomas, capaces de reconocer el rendimiento y el éxito en función de las oportunidades que se le abren a cada uno de ellos.

Se considera importante tener presente las condiciones sociales, económicas, culturales y ambientales de los niños y jóvenes, con el ánimo de atender desde la educación diversos factores que afectan su dignidad, a partir de la pregunta ¿qué son las personas, en general, y cada una de ellas, en particular, realmente capaces de hacer o de ser? Esto implica concebir cada niño, niña o joven como un fin en sí mismo, ya que no solo es importante el bienestar total o medio, sino también las oportunidades disponibles para cada ser humano entre ellas principalmente la posibilidad de transformación de sus condiciones de vida. Al educarlo en la posibilidad de elegir, en el sentido en que las oportunidades pueden ser llevadas o no a la práctica, cada persona elige. Es decir, promover el respeto a las facultades de autodefinición de cada niño, niña o joven, y procurar, también, desarrollar capacidades que permitan superar condiciones de discriminación o marginación.

Ahora bien, si se asume que una de las tareas de la educación en ciencias de la naturaleza es el desarrollo del proceso cognitivo de los niños y jóvenes, cabe preguntarse ¿cómo entender ese proceso cognitivo?, ¿qué papel juegan los profesores en el desarrollo de ese proceso?, ¿qué significa tener conocimiento acerca de las ciencias de la naturaleza? Para responder las anteriores preguntas, es

pertinente primero preguntarnos ¿cómo establecer una relación entre el conocimiento científico reconocido como tal, y el modo de conocer de los niños o de los jóvenes? En primer lugar cabe notar que el desarrollo del modo de conocer de los niños o de los jóvenes, no implica preparar “pequeños científicos” o “técnicos”, sino más bien implica una formación cultural: la cual les permita participar como ciudadano en la construcción de una sociedad democrática con una carácter humanista, es decir, donde el reconocimiento de la dignidad individual y de los otros haga parte de las formas de vida cotidiana y vaya más allá de los vínculos utilitarios que caracterizan la sociedad capitalista actual. Visto así, el problema es preguntarse ¿qué clase de adultos se quiere potenciar?, ¿cómo los niños podrían hacer uso del conocimiento de las ciencias de la naturaleza, cada uno a su modo?, ¿qué líneas de trabajo general podemos plantear los profesores?, ¿con qué criterios organizarlas?, esto en un intento por propiciar una formación cultural para la vida.

Es preciso decir que el conocimiento de las ciencias de la naturaleza no debe considerarse como una escalera donde, para llegar a los escalones superiores, es necesario pasar por los inferiores, es decir, suponer que el conocimiento avanza por niveles. Esto no niega ni contradice que, para estudiar algunos campos, por ejemplo, de la física, se debe hacer un recorrido casi obligado. Más bien, conviene abordar el estudio del conocimiento de las ciencias de la naturaleza como un saber que brinda diversas posibilidades para desarrollar ciertas capacidades y conocimientos en los estudiantes, que les permita establecer criterios de organización de la experiencia, de construcción de explicaciones coherentes y criterios de reconstrucción de las explicaciones iniciales. Es decir, ayudar a los niños y jóvenes a encontrar por si mismos estrategias para avanzar en su desarrollo cognitivo, en su desarrollo personal y colectivo; de este modo, favorecer recorridos exploratorios de todo tipo, pero también poner en cuestión aquello que se ha organizado para organizarlo de nuevo.

Si se asume que un modo de hablar es un modo de vivir, no conviene preocuparse solamente por modificar los modos de hablar de los niños y jóvenes, es necesario incidir en los modos de ver y de vivir, o por lo menos cuestionarlos. Es decir, el conocimiento de las ciencias de la naturaleza debe permitirnos desarrollar modos de observar la realidad, y modos de relacionarse con la realidad. Pero,

asumir que parte de la tarea como docentes es desarrollar modos de ver y de vivir no implica suponer que el conocimiento con el que llegan los niños y jóvenes a la escuela es un conocimiento fragmentado del mundo, a la espera que los adultos lo reordenen; más bien, se pone en evidencia que las estructuras de conocimiento que poseen tienen ciertos grados de rigurosidad y coherencia. Los niños, jóvenes y adultos, en cualquier entorno de vida, siempre están intentando construir redes que les permitan unir hechos diversos, comprender y explicar lo que viven. Visto así, como profesores debemos encontrar maneras de proceder que nos permitan insertarnos constructivamente en ese conocimiento organizado que traen los estudiantes, para enriquecerlo, desarrollarlo, sin destruirlo y extenderlo. Propiciar la construcción de relatos con sentido. Las teorías científicas actuales son relatos, muchas de ellas relatos de los que la matemática hace parte constitutiva.

El sistema cognitivo de cualquier persona, desde un niño hasta un adulto, se puede analizar en términos de la experiencia, el lenguaje y el conocimiento. Cada uno de estos términos presupone de algún modo los otros dos, pero no de manera jerárquica, sino de manera recíproca y a un mismo nivel (ver figura 2). Es decir, coexisten entre sí y se encuentran en una estrecha correspondencia. En cualquier persona y en cualquier nivel, existen unos lenguajes o modos de representar según esquemas, no solamente palabras; también, una serie de experiencias, no necesariamente expresables en un lenguaje; e, igualmente, saberes que se pueden expresar en un lenguaje, pero no necesariamente se pueden identificar con experiencias.

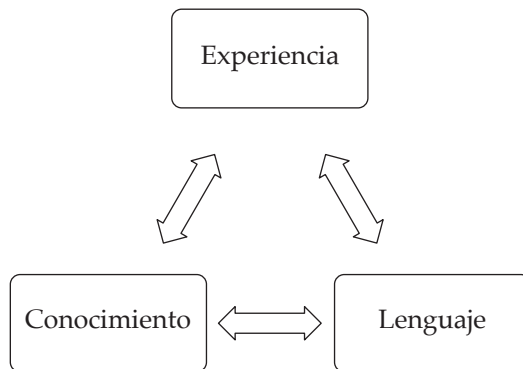


Figura 2. Triada experiencia-lenguaje-conocimiento.

Fuente: Arcá et al. (1990).

El conocimiento se desprende del lenguaje y de la experiencia. Del mismo modo, siempre se puede extender con nuevos hechos de la experiencia y nuevos lenguajes, es decir, siempre se puede volver a repensar y a reorganizar. Además, los nuevos hechos de la experiencia se pueden organizar con base en el conocimiento y el lenguaje que se tiene, también dando origen a nuevos lenguajes y nuevo conocimiento. La triada experiencia, lenguaje, y conocimiento es un esquema que puede orientar cualquier intervención en la cognición de los niños, jóvenes o adultos, originada en el campo de la educación en ciencias de la naturaleza.

Toda intervención con el propósito de construir conocimiento debe explicitar el nivel de experiencia, lenguaje y conocimiento "comunes" que tienen los individuos con los que se está trabajando, ya que, a partir del nivel en que se encuentra esta triada en cada persona, se puede acceder a conocimientos específicos de un campo de saber, los cuales están organizados en lenguajes específicos sobre la base de experiencias específicas. Una construcción más especializada de la triada experiencia, lenguaje, y conocimiento se basa en un nivel de experiencias, lenguajes y conocimientos comunes, ya poseídos y organizados.

Es de notar que, al hablar del conocimiento, del lenguaje o experiencia común que posee cualquier individuo, en virtud de existir, no significa que sea un conocimiento erróneo del cual necesita ser liberado, para llegar al conocimiento verdadero. Más bien, se supone que la estructura base en la que se encuentra organizada la experiencia, el lenguaje y el conocimiento común, contiene la estructura según la cual está organizado cualquier conocimiento especializado.

Es fundamental resaltar que, además de existir en cada individuo experiencias, lenguajes y conocimientos, estos tres aspectos están siempre en una relación dinámica y mutua, es decir, si un individuo quiere organizar sus nuevas experiencias con el fin de establecer un conocimiento debe encontrar un lenguaje. Al aprender un lenguaje, por ejemplo, más general y abstracto, lo usará para hablar. Y, al vivir otra nueva experiencia, intenta hablar de ella e intenta transformarla en un conocimiento, reorganizando el conocimiento previo que posee; es decir, busca construir narraciones o relatos con sentido para sí mismo.

Acorde con lo mencionado, es claro que ni el conocimiento científico ni el conocimiento de cada persona se puede reducir a un conocimiento netamente teórico, por lo tanto, al pensar en la enseñanza de las ciencias de la naturaleza es relevante reconocer y profundizar en este hecho.

AUTONOMÍA DEL EXPERIMENTO EN CIENCIAS Y EN LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS DE LA NATURALEZA

Cuenta una leyenda oriental que un profesor fue a visitar a un famoso maestro zen en Kyoto en busca de conocimiento. Mientras el monje servía té, el profesor comentaba los ejercicios, analizaba los textos, interpretaba las historias y las tradiciones y divagaba sobre los antiguos procedimientos de meditación. Hizo todo lo posible para impresionar a su anfitrión, con la esperanza de que lo aceptase como discípulo. Mientras hablaba, el monje continuaba llenando el vaso hasta que el líquido se derramó y el té comenzó a extenderse por toda la mesa. ¿Qué es lo que usted está haciendo? ¿No ve que el vaso está lleno y no cabe nada más en su interior? —preguntó el profesor—. Su alma es como este vaso —respondió el maestro—. ¿Cómo puedo yo enseñarle el verdadero arte del budismo zen si ella ya está llena de teorías? (Fourez, 2008).

Un supuesto generalizado entre profesores y filósofos de las ciencias es asumir que lo central del conocimiento científico son las teorías, dando un papel secundario o subordinado al trabajo práctico y experimental científico. Este supuesto, en el campo de la educación en ciencias de la naturaleza, influye en la manera como se aborda la construcción de conocimiento escolar desarrollado en las aulas. En el campo de la filosofía de las ciencias, la concepción predominante es considerar que el conocimiento científico se articula en teorías. En ese orden de ideas, el estudio de los fundamentos de las ciencias se ha centrado en el análisis de la estructura de las teorías y en comprender el cómo cambian estas.

Entonces, ¿en qué sentido se puede hablar de la autonomía del experimento en la educación en ciencias de la naturaleza? Para dar elementos que permitan configurar una respuesta a esta pregunta se puede revisar qué dice la filosofía de las ciencias, en particular, lo que hoy se denomina filosofía del experimento, acerca del sentido

filosófico en el que se puede hablar de autonomía de las tradiciones experimentales en el caso del conocimiento científico.

En primer lugar, es necesario enfatizar que hablar de autonomía del trabajo experimental en la construcción de conocimiento científico cuestiona la concepción tradicional de las ciencias. De acuerdo con Martínez *et al.* (2011), hay dos presupuestos importantes acerca de la naturaleza del conocimiento científico que se originan en el siglo XVIII y se han naturalizado en la forma de concebir las ciencias hoy día.

El primer presupuesto de la filosofía de las ciencias tradicional radica en suponer que el conocimiento obtenido de la construcción de los fenómenos consiste en el descubrimiento de las regularidades que las leyes de la naturaleza predicen o explican. Abandonar este supuesto implica asumir que las regularidades de los fenómenos no son independientes de las condiciones experimentales que las crean, que por lo general involucran otros fenómenos; es decir, implica reconocer cierto carácter contextual de los fenómenos. Dos ejemplos de esto son, la creación del rayo laser en el siglo XX, el cual no existía en el universo conocido; y la creación del vacío por parte de Boyle y sus colaboradores, en cuyo caso las teorías sobre el vacío no jugaron un papel determinante en la construcción, sino un artefacto que posibilitara crear un espacio libre de aire: la bomba de vacío. El ingenio neumático no se fabricó con base en una teoría sobre el vacío, sino con base en el hecho de que era posible crear un vacío experimental, no conocido en la naturaleza (Shapin y Schaffer, 1985). En este sentido, las tradiciones experimentales son autónomas en cuanto los fenómenos son construcciones y no meros ejemplos de las leyes de la naturaleza. Pero, si se siguiera el presupuesto tradicional, estos dos fenómenos se considerarían descubrimientos, puesto que se supone que el trabajo experimental es crear las condiciones para observarlos; las cuales se derivan de las teorías físicas. Aquí cabe enfatizar el contraste entre los significados en las afirmaciones “un fenómeno es un descubrimiento” y “un fenómeno es una construcción”.

El segundo presupuesto, muy enraizado en la concepción tradicional de las ciencias, consiste en suponer que las reglas que permiten describir la racionalidad de los seres humanos son independientes del contexto. Es decir, se supone que la racionalidad se caracteriza por reglas de aplicación universal, de este modo todos aquellos argumentos que parten de las mismas premisas deben llegar a la misma

conclusión. En este sentido las reglas que describen la racionalidad son independientes del contexto de producción en el que se da esa racionalidad. El paradigma de esta concepción es la Matemática. Por ejemplo, el modo de razonar al estudiar geometría euclidiana es deductivo, es decir, las inferencias que se construyen parten de unos axiomas básicos, cinco para este caso, unos conceptos también básicos y de allí surge un conjunto de teoremas que permiten ir caracterizando una forma matemática de entender el espacio. Así, las inferencias se elaboran de razonamientos deductivos que se pueden describir y se han descrito en términos de reglas de razonamiento deductivo. El problema surge cuando se quiere hacer lo mismo para describir razonamientos inductivos que subyacen a inferencias de carácter deductivo, es decir, al pretender establecer reglas inductivas de inferencia que sean independientes del contexto.

En el caso de la física newtoniana, *Los principios matemáticos de la filosofía natural*, en los que Newton presentó su teoría del movimiento, tienen una estructura axiomática acorde con el supuesto originado en los trabajos de Galileo, según los cuales la matemática es la expresión máxima de la racionalidad. Lo que supone una primacía de la lógica en la configuración de la racionalidad. Este modo de presentar la teoría newtoniana del movimiento es acorde con el segundo presupuesto enunciado atrás, pero dista del proceso seguido para llegar a muchas de las afirmaciones presentadas en esta teoría física.

Al asumir la lógica como la guía para analizar la racionalidad, esta se caracteriza por inferencias válidas (ir de premisas verdaderas a conclusiones verdaderas); pero no necesariamente debe pretenderse que la lógica sea el núcleo de las normas de razonamiento. En general no es tan simple para las personas ceñirse a la lógica para razonar, somos seres más complejos, atravesados por otras dimensiones como la emocional o la social, además de la intelectual. La construcción de conocimiento es una actividad cuyo análisis requiere mucho más que la lógica. Además, si se asume la racionalidad independiente del contexto, sería muy difícil argumentar a favor de la autonomía del experimento en la construcción del conocimiento científico. Conviene hacerse una distinción entre sistemas coherentes de creencias y razonamiento en el sentido de argumento o prueba.

Abandonar este segundo presupuesto implica asumir que el razonamiento está basado en reglas heurísticas, es decir, un sistema

de instrucciones que genera una respuesta correcta en algunos casos, pero en otros no. La decisión de sí se aplica o no depende del contexto en el que se emplea. Esto hace que el razonamiento sea contextual y apoye así la tesis de la autonomía del experimento (Martínez, 1995).

Otro elemento para abordar la autonomía de la tradición experimental tiene que ver con la observación. Desde la perspectiva tradicional de la filosofía de las ciencias, investigadores como Hanson (1971) y Kuhn (1976) otorgan un papel central a la observación en la constitución de las teorías científicas; lo cuestionable es concebir que siempre la observación está cargada de teoría, en el sentido que todo enunciado acerca de una observación está en el marco de alguna teoría. Sin embargo, se pueden enunciar algunas ideas que, por lo menos, muestran la necesidad de restringir las implicaciones de esta tesis, epistemológicamente hablando.

De acuerdo con expertos en psicología, existe un “nivel de objetos básicos” en la experiencia de los seres humanos que son el punto de partida para la construcción de conceptos y patrones de razonamiento comunes a todos los seres humanos. Más aun si retomamos lo que se presentó en el primer apartado, el *Homo sapiens* inicialmente crea lenguaje para referirse a los objetos del mundo exterior, luego da el paso a la construcción de realidades imaginarias.

De otra parte, en el papel central que se le otorga tradicionalmente a la observación en las ciencias, habría que diferenciar entre observar y percibir en el sentido de ver a simple vista. Rara vez los científicos se restringen a ver de esta manera. Más bien, la observación es una habilidad, que por lo general se puede mejorar con entrenamiento y práctica.

En relación con la carga teórica de la observación es de notar que hay muchos enunciados observacionales preteóricos, pero no se suelen presentar en la historia de las ciencias. Por lo general se observan objetos o sucesos con instrumentos; en el siglo xx y el presente son muchos los casos, a nivel macro (en astrofísica) o micro (en física cuántica, biología molecular, espectrografía de sustancias que componen los planetas), en que usan la ayuda de instrumentos. En este sentido, hay una ambigüedad notable, los datos que constituyen la evidencia son observables, pero los fenómenos muchas veces no lo son. Por ejemplo, ¿se ha observado el interior del Sol? Sin embargo, algunos físicos afirman que los neutrinos son la única manera de

observar el núcleo caliente de una estrella; es decir, se hacen cosas manifiestas que no son directamente ni perceptibles ni observables.

Afirmar que la observación siempre está cargada de teoría hace depender al contenido de cualquier enunciado científico de la manera como se piensa, más que de una realidad independiente de la mente. Un ejemplo que cuestiona este supuesto es la investigación de William Herschel, quien, al observar el Sol mediante un telescopio que él mismo construyó (el más grande de su tiempo) en 1800, detectó el calor radiante.

Había usado filtros coloreados en uno de sus telescopios. Notó que los filtros de colores diferentes transmiten cantidades diferentes de calor: “Cuando utilizaba algunos de ellos tenía una sensación de calor, aunque tenía poca luz, mientras que otros me daban mucha luz con una sensación mínima de calor.” (Hacking, 1996, p. 205)

Como se puede apreciar, da cuenta de una observación que no tenía prevista y menos estaba predicha por alguna teoría.

Un elemento adicional para fundamentar la autonomía del experimento en la construcción de conocimiento científico son dos tradiciones en las ciencias que se pueden analizar históricamente, la tradición teórico-matemática y la tradición experimental. Algunas de las principales diferencias entre estas dos tradiciones son útiles para conocer elementos que sirvan para la respuesta acerca de ¿en qué sentido se puede hablar de la autonomía del experimento en la educación en ciencias de la naturaleza?

En la tradición teórica el razonamiento es particularmente deductivo (matemático y lógico), como es el caso de las matemáticas, cuyos relatos se estructuran en forma axiomática, o en el caso de las ciencias de la naturaleza se procura crear modelos matemáticos para presentar explicaciones a conjuntos de fenómenos o hechos a partir de razonamientos basados en reglas de inferencia universales, es decir reglas independientes del contexto, en particular, independientes del contenido de las afirmaciones en cuestión. Por ejemplo, la teoría electromagnética de campos se suele presentar en forma axiomática en los libros de texto, lo cual da la idea de que así fue formulada. Esto tiene implicaciones para los fines educativos, ya que se suele

privilegiar un abordaje netamente teórico, de una teoría o relato con un carácter fuertemente experimental.

Otra característica de la tradición teórica es que uno de sus objetivos primordiales es pasar de relatos cualitativos a la formulación de modelos teóricos con carácter cuantitativo, a partir de la definición de magnitudes que posibilitan contrastar dicha teoría con los resultados experimentales. Por ejemplo, en 1800, Volta creó la pila que lleva su nombre y abrió la puerta a una nueva era de la electricidad. Volta al buscar comprender el comportamiento de su pila desarrolló cualitativamente los conceptos de resistencia, tensión y corriente eléctrica, y la relación entre ellos. En 1826, S. Ohm creó una relación de proporcionalidad que expresaba en forma cuantitativa la relación entre estas magnitudes (Assis *et al.*, 2004).

En relación con las tradiciones experimentales, estas se centran en el diseño e implementación de experimentos y en la creación de fenómenos. En muchos casos los experimentos no buscan inferir algo de las teorías, más bien, las utilizan para generar conocimiento científico autónomo (Kuhn, 1976). El razonamiento involucrado en la creación de un fenómeno y su definición guarda ciertas similitudes con el razonamiento involucrado en un diagnóstico médico, en general, no se puede describir como un proceso que acumula observaciones precisas.

Hacking (1996) afirma que la autonomía del experimento está en que comúnmente los científicos crean los fenómenos que posteriormente se convierten en pivotes de la construcción de teorías; así, llegan a ser independientes de las diversas teorías o relatos que podrían describirlos. Por ejemplo, en la segunda mitad del siglo XVII, en Inglaterra, hubo un gran interés en el estudio de los efectos del aire o de su ausencia sobre fenómenos físicos. Uno de los seguidores de Boyle, Francis Hauksbee mejoró el diseño de la bomba de vacío al crear una bomba de doble cilindro, la cual orientó los ajustes de tales dispositivos durante los siguientes 150 años. Tras estudiar varios fenómenos eléctricos, Hauksbee encontró un nuevo fenómeno óptico, el cual fue llamado "la luz barométrica". Este fenómeno fue reportado a la Academia Francesa de Ciencias en 1675 y consiste en un brillo o destello intermitente de luz que aparece en el espacio superior al mercurio del tubo de un barómetro, cuando el tubo es movido o agitado abruptamente. Este fenómeno llamó mucho la atención y,

por un tiempo, hubo una gran controversia acerca del problema de determinar cuál era la naturaleza de este fenómeno. En el tiempo de Hauksbee, la idea que prevalecía entre los científicos era que la luz era emitida por el azufre o fósforo supuestamente presente en el mercurio. Hoy día se sabe que es un fenómeno eléctrico (Roller y Roller, 1967).

Hauksbee logró establecer el carácter eléctrico de la luz barométrica después de realizar numerosos experimentos. Uno de estos experimentos (ver figura 3) consistió en ubicar una jarra de vidrio que contenía algo de mercurio dentro de un recipiente de vidrio más grande, para luego sacar el aire de este. Cuando la llave de cierre en la parte superior es abierta, el aire se precipita hacia abajo del tubo y suben violentamente burbujas a través del mercurio, salpicando las paredes de la jarra. Como las gotas de mercurio vuelven a rodar hacia abajo del vidrio, se produce una luz débil.

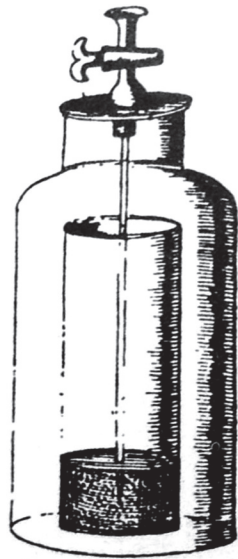


Figura 3. Dispositivo configurado por Hauksbee para realizar uno de los experimentos sobre el movimiento del mercurio sobre el vidrio

Fuente: Roller y Roller (1967).

Una expresión de la autonomía de los fenómenos en relación con las teorías es que son “constructos históricos”. Los fenómenos no son meros descubrimientos ni una simple construcción independiente del momento histórico, sino que son determinados por las condiciones iniciales para la generación de regularidades acordes con leyes

universales de la naturaleza. Los fenómenos son autónomos en el sentido de que surgen en un contexto histórico y en el marco de un conjunto de fenómenos. Su individualización está determinada por la historia de las ciencias y la tecnología. A manera de ilustración, en el siglo xvii, estudiosos de los fenómenos eléctricos se formularon una pregunta: ¿un material frotado atrae otros objetos o la atracción es mutua? Miembros de la Academia Florentina suspendieron un pedazo de ámbar de un hilo para formar un péndulo. Luego, frotaron el ámbar y acercaron un objeto pequeño, el cual se movió hacia el ámbar. Pero, adicional a esta observación, vieron que el ámbar también se inclinaba hacia el objeto. Al parecer este es el primer reporte de que la atracción entre un material electrificado por frotamiento y otro objeto es mutua.

Algo curioso de este experimento, tan sencillo, es que antes no había sido pensado por alguien. Suspender el ámbar como un péndulo para facilitar su movimiento es una de aquellas acciones que se vuelven obvias solo después de que alguien las ha pensado. Galileo, previamente, se había dado cuenta de la utilidad del péndulo para medir el tiempo y, también, como un medio para estudiar el movimiento de cuerpos. Luego, los miembros de la Academia Florentina aplicaron la idea del péndulo para hacer experimentos con materiales eléctricos (Roller y Roller, 1967).

La autonomía del fenómeno se pone de manifiesto cuando se convierte en parte de la construcción de otros fenómenos o en parte de aplicaciones tecnológicas y modelos teóricos. Por ejemplo, la pila de Volta se convirtió en un instrumento fundamental para crear otros fenómenos como la corriente eléctrica o el fenómeno de la electrolisis.

Tanto las tradiciones teóricas como experimentales hoy en día hacen uso de modelos matemáticos y simulaciones en computadores, pero los modelos en las tradiciones teóricas hacen parte de la construcción de una estructura teórica. En las tradiciones experimentales los modelos permiten construir y definir fenómenos.

Cabe aclarar que la distinción entre la tradición experimental y la tradición teórica se puede ejemplificar en algunas disciplinas, como la física, pero en otras esta distinción es difusa. Aun así, esta distinción hace explícitos algunos aspectos de la racionalidad humana, los cuales son importantes de considerar en las reflexiones

del campo de la educación en ciencias de la naturaleza, con implicaciones pedagógicas y didácticas.

CONSIDERACIONES FINALES

Es necesario revisar la mirada preponderante de la teoría sobre el experimento a propósito de la naturaleza de las ciencias; y, en este sentido, también lo es repensar el papel del experimento, de la construcción de fenómenos y de la experiencia en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias de la naturaleza. En algunos casos se requiere que primero los estudiantes construyan y vivencien la experiencia de los fenómenos implicados en los ámbitos que se planteen para poder construir sus propias explicaciones; además, a partir del diálogo con los relatos científicos, redimensionar y resignificar las afirmaciones que tales relatos o teorías enuncian sobre dichos fenómenos.

Es factible sostener que, en ocasiones, las teorías marcan el rumbo y determinan el itinerario de la actividad experimental, pero en otros momentos esto se invierte. En tanto el asunto se hace más complejo es muy difícil discriminar quién precede a quién, e incluso esto puede carecer de importancia. Las implicaciones de esto, en la enseñanza de las ciencias, pasan por reconocer las diferentes tradiciones y acercarse a cierto conjunto de fenómenos según las circunstancias lo requieran. Por ejemplo, el estudio del movimiento suele contar con la experiencia cotidiana de cada uno de nosotros, pero no es así en el caso del estudio de la electricidad o del magnetismo.

El desarrollo cognitivo se puede entender como un hecho centrado en cada individuo, en la interacción entre individuos o entre estos y los artefactos e instrumentos, como los artefactos tecnológicos. Es decir, en este segundo modo de comprender la cognición se distingue la interacción sujeto-sujeto y sujeto-artefacto, ambas interacciones son determinantes en el desarrollo de la cognición. A manera de ilustración:

La cuestión de interés para un pasajero (en un avión) no es si un piloto particular lo está haciendo bien, sino si el sistema compuesto por los pilotos y la tecnología en el entorno de la cabina de avión lo están haciendo bien. Es la actuación del sistema, no las habilidades de cualquier piloto individualmente, lo que determina si el pasajero vivirá o morirá. Para entender la actuación de la cabina de avión como un

sistema necesitamos, por supuesto, referirnos a las propiedades cognitivas de los pilotos individualmente, pero también necesitamos una nueva unidad de cognición más amplia. Esta unidad de análisis debe permitirnos describir y explicar las propiedades cognitivas del sistema de la cabina de avión que está compuesta por los pilotos y su entorno informacional. (Hutchins y Klausen, 1996, citado en Casacuberta y Estany, 2011, p. 3)

Entonces es importante resaltar la intervención de los instrumentos tecnológicos en el sistema. El éxito del proceso cognitivo está en función de la colaboración con otros sujetos (pilotos, controladores) y está a su vez depende de diferentes artefactos, no solo como mente extendida, sino que hace posible la interacción. Ahora bien, si asumimos esta manera de ver el desarrollo cognitivo, el análisis del espacio de laboratorio y del trabajo experimental como mente extendida se constituye en un argumento para ser tenido en cuenta en la enseñanza de las ciencias de la naturaleza, en tanto que existen estilos de razonamiento que solo se generan en el trabajo práctico.

Como profesores o formadores de formadores, es necesario asumirnos como sujetos productores de saber. Enseñar no es transferir conocimiento, sino crear las posibilidades de su producción o de su construcción, de manera similar a como se ha construido conocimiento científico.

217

REFERENCIAS

- Arcá, M., Guidoni, P. y Mazoli, P. (1990). *Enseñar ciencia. Cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base*. Paidós.
- Assis, A., Reich, K. y Wiederkehr, K. (2004). On the Electromagnetic and Electrostatic Units of Current and the Meaning of the Absolute System of Units — For the 200th Anniversary of Wilhelm Weber's Birth. *Sudhoffs Archiv*, 88(1), 10-31. <http://www.jstor.org/stable/20777923>
- Casacuberta, D. y Estany, A. (2011). Tecnología y unidad de cognición: de cómo affordances y andamiajes convierten el laboratorio en parte de nuestra mente extendida. En S. Martínez, X. Huang y G. Guillaumin (Comps.), *Historia, prácticas y estilos en la filosofía de la ciencia: Hacia una epistemología plural* (pp. 193-216). Universidad Autónoma Metropolitana.

- Fourez, G. (2008). *Cómo se elabora el conocimiento. La epistemología desde un enfoque socioconstructivista*. Ediciones Narcea.
- Hacking, I. (1996) [1983]. *Representar e intervenir* (S. Martínez, trad.). Paidós.
- Hanson, N. R. (1971). *Observación y explicación: guía de la filosofía de la ciencia. Patrones de descubrimiento. Investigaciones de las bases conceptuales de la ciencia*. Alianza.
- Harari, Y. N. (2014). *De animales a dioses*. Penguin Random House.
- Kuhn, T. S. (1996). [1976]. La tradición matemática y la tradición experimental en el desarrollo de la física. En *La tensión esencial. Estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia*. Fondo de Cultura Económica.
- Martínez, S. (1995). La autonomía de las tradiciones experimentales como problema epistemológico. *Crítica, Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 27(80), 3-48. <https://doi.org/10.22201/iifs.18704905e.1995.989>
- Martínez, S., Huang, X. y Guillaumin, G. (Comps). (2011). *Historia, prácticas y estilos en la filosofía de la ciencia: Hacia una epistemología plural*. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Roller, D. y Roller, D. H. (1967). *The development of the concept of electric charge: Electricity from the Greeks to Coulomb*. Harvard University Press.
- Sennett, R. (2003). *El respeto. Sobre la dignidad del hombre en un mundo de desigualdad*. Editorial Anagrama.
- Shapin, S. y Schaffer, S. (2005) [1985]. *El Leviathan y la Bomba de vacío. Hobbes, Boyle y la vida experimental* (A. Buch, trad.). Universidad Nacional de Quilmes.

Balance y perspectivas pedagógicas sobre evaluación y currículum escolar: investigación de Evaluando-nos 2002-2017¹

Libia Stella Niño Zafra
Universidad Pedagógica Nacional

El propósito del presente escrito es la reflexión crítica y, a la vez, un balance razonado sobre los estudios e investigaciones adelantados por el Grupo Evaluando_nos sobre categorías de la pedagogía, como el currículum, la evaluación y las políticas educativas que las dirigen e implementan. Aunque estas están presentes y forman parte fundamental de las áreas obligatorias del conocimiento y de la formación de los estudiantes en el plan de estudios de las

1. El Grupo Evaluando_nos: pedagogía crítica, docencia y evaluación está integrado por: Libia Stella Niño, José Emilio Díaz, Alfonso Tamayo, Antonio Gama, Fabiola Daza, estudiantes de la Maestría en Educación, con énfasis en educación y gestión de la educación.

escuelas y colegios, no se les ha concedido la importancia que demandan, ni se han facilitado los espacios para su estudio e investigación. Del mismo modo, no se ha brindado la orientación necesaria para que sean asumidos y reflexionados por las comunidades educativas con visiones alternativas, dados los cambios y transformaciones requeridos para fortalecer la interacción y la relación escuela y sociedad, con miras a construir ambientes más incluyentes, equitativos, democráticos y justos en la sociedad de hoy.

Desde su comienzo, en el 2002, el Grupo se ha propuesto conformar un campo de conocimiento específico mediante el estudio sistemático de documentos de política pública educativa internacional y nacional, el desarrollo de investigaciones, de experiencias y de talleres, que promuevan el acercamiento y faciliten la comprensión de las instituciones educativas escolares, sus procesos de desarrollo y la actividad pedagógica de sus integrantes.

La conformación de este campo ha requerido para su formulación seis aspectos centrales (ver figura 1)² que se exponen a continuación:

- Propósitos y finalidades, encaminados a la indagación de planteamientos teóricos, el análisis de las políticas educativas emanadas de los organismos internacionales y de los sistemas educativos, a través de fines y contenidos que se traducen en acciones prácticas en las aulas escolares.

El Grupo se constituye con la finalidad de “contrarrestar el paradigma de eficiencia y eficacia en los resultados” y la toma de decisiones desde las posiciones de poder del Estado y de las directivas institucionales (Niño *et al.*, 2010, p. 93).

En esta dirección, los objetivos de los proyectos desarrollados durante estos quince años han estado encaminados a la caracterización de las orientaciones expresadas en los documentos de los organismos internacionales, en especial, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), así como las disposiciones del Ministerio de Educación Nacional. Esto para indagar cómo son

2. En este escrito se abordan los aspectos, metodología y teorías y prácticas evaluativas y curriculares.

asumidas estas orientaciones por las instituciones educativas y los académicos expertos en la temática.

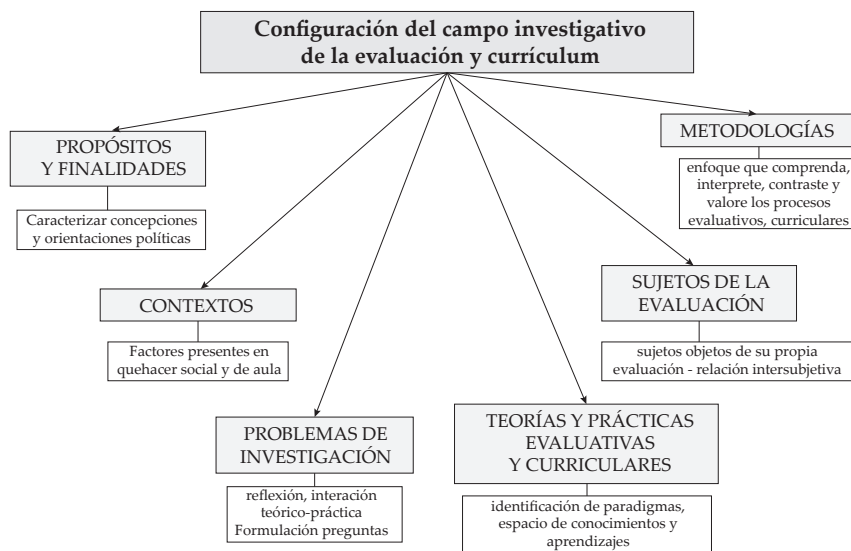


Figura 1. Configuración del campo investigativo de la evaluación y currículum

Fuente: Niño (2007).

Estas políticas educativas son dirigidas al control de la educación en el marco de factores empresariales y de industrialización, de eficiencia en los recursos y eficacia de los resultados en pruebas estandarizadas, con miras a lograr la tan ansiada calidad de la educación.

En el inicio, se identificaron las tendencias en la evaluación de docentes y las concepciones de evaluación; posteriormente, se abordó el estudio del currículum, sus enfoques; y, en los últimos proyectos de investigación, la relación del currículum y la evaluación con los estándares y las competencias. En la construcción del marco teórico de estos proyectos, se pensó en la necesidad de estudiar otras visiones que posibilitaran la superación de tendencias impuestas por organismos multilaterales con la finalidad de direccionar y controlar las prácticas educativas.

De las conclusiones de los respectivos proyectos se recogen y generan nuevos problemas que son tenidos en cuenta en los siguientes

proyectos de profundización y ampliación en el estudio y análisis de estos campos de conocimiento.³

- Análisis del contexto, el cual posibilite el entendimiento de las relaciones que rodean a la educación. La investigación en educación requiere de la comprensión de que, tanto la evaluación escolar como otras áreas de conocimiento hacen parte de un espacio social, por estar inscritos en una organización jurídica, política, económica, educativa, administrativa y de gobierno del país (Niño *et al.*, 2010, p. 94). Más aún, de una comunidad de países direccionados por políticas internacionales como parte de los procesos de globalización de la educación. Políticas de rendición de cuentas de docentes y estudiantes, de estandarización en evaluación, las cuales definen el contexto externo e interno de los sistemas educativos y el currículum único en los planes académicos de las instituciones.
- Formulación de preguntas de investigación, las cuales orienten la discusión, organicen y conciban posibles caminos de solución como respuestas a los problemas formulados.
- Teorías y prácticas evaluativas, estas inician siendo el centro de estudio, pero a partir del 2008, el currículum ha estado como objeto de análisis, junto a los *estándares* y las competencias, aspectos vinculados estrechamente con la evaluación.

Como resultados de las investigaciones desarrolladas a lo largo de los años, se ha podido constatar la existencia de un denominador común, la práctica técnico-instrumental de la evaluación, que constata

3. Evaluación de docentes como desarrollo profesional en la educación básica y media. El caso de tres colegios distritales (2002); Evaluación docente más allá de la rendición de cuentas (2003); Evaluación docente de la eficiencia, la medición y el control técnico a la formación y evaluación pedagógica (2004); Evaluación docente y transformación cualitativa institucional (2005); Evaluación docente según competencias, estándares y desempeños (2006); Evaluación docente y currículo: de la perspectiva evaluativa y curricular instrumental a la perspectiva crítica (2008); De la perspectiva instrumental a la perspectiva crítica del currículum (2009); El currículo crítico como orientador de la práctica evaluativa (2010); I Currículo y la evaluación críticas como dinamizadores de las transformaciones pedagógicas (2011); Estándares en el currículo y la evaluación: ¿relaciones de medición, control y homogenización o posibilidad de formación, diversidad y evaluación crítica? (2012); La relación de las competencias con el currículo y los estándares en la educación básica y media: de la perspectiva operacional a la crítica (2013); La relación de las competencias con el currículo y los estándares en la educación básica y media: de la perspectiva operacional a la crítica (2014).

conductas medibles con objetivos alcanzados en el aprendizaje, cuantificados a través de una nota, para el caso de los estudiantes.

Esta concepción de evaluación se mantiene apoyada en la búsqueda de la llamada calidad educativa, entendida como altos puntajes en las pruebas estandarizadas, internas y externas al país. Resultados que parecen desconocer los contextos de donde provienen los estudiantes, además de afectar a los profesores y a las instituciones por la clasificación que conllevan. La evaluación cumple con la función de rendición de cuentas del profesor y, este ha de responder con resultados que facilitan su control y dominio jerárquico. Sin embargo, en las investigaciones se “logra con los docentes un discurso propio sobre esta práctica educativa, desde una mirada alternativa y formativa, a partir del reconocimiento de la pedagogía crítica como enfoque incluyente de lo alternativo” (Niño *et al.*, 2010, p. 99).

En cuanto a la categoría currículum, desde sus comienzos en 1918 ha estado relacionada con la evaluación y se le ha asignado una función de dirección social y pedagógica en la educación. Para Lundgren (1992) un sistema educativo está regido por tres sistemas de administración: “1) el ordenamiento legal, 2) organización económica y 3) un sistema de orientación ideológica (fines y contenido)” (p. 113) que correspondería al currículum y un 4) la evaluación, cuya función es de control directo o indirecto para valorar lo alcanzado en lo reglamentado por el currículum (p. 113).

Esta última categoría, cobra importancia por cumplir la función de definir aquello que se ha de aprender y señalar, además de los propósitos educativos y de formación que orientarán a la sociedad. Razón para que se le haya asignado el rol de dispositivo de control en la toma de decisiones sobre el diario transcurrir en las escuelas y colegios.

- Sujetos de la evaluación, estos son los profesores, estudiantes e instituciones, de niveles escolares y universitarios, sujetos imprescindibles en el intercambio de conocimientos y experiencias acerca de la práctica pedagógica, la cual se refiere a las formas de entender los procesos que ocurren al interior del aula de clase y los que rodean a las instituciones escolares.
- Metodología, esta es asumida desde la perspectiva cualitativa, en búsqueda de “prácticas intersubjetivas de entendimiento

de nuevos sentidos en las relaciones pedagógicas, de descripción de procesos... de miradas diferentes en el devenir compartido de enseñanza, aprendizaje” (Niño *et al.*, 2010, p. 92). Así mismo, de interpretación, valoración de hechos y realidades individuales y colectivas con el fin de posibilitar otras miradas surgidas de los análisis de las conclusiones y de las investigaciones realizadas.

El Grupo ha estado inscrito en el campo de las ciencias sociales, la postura epistemológica de la hermenéutica y el enfoque cualitativo y crítico han determinado la ruta metodológica para el establecimiento de relaciones intersubjetivas de investigadores, profesores, estudiantes con los problemas objeto de indagación y con el propósito de aportar conocimientos sobre las nociones investigadas.

“Desde el punto de vista ontológico esta visión asume la realidad como una construcción social mediada por el lenguaje, las creencias, los valores, los sentimientos, las intencionalidades, con una historia y una configuración holística” (Niño *et al.*, 2016, p. 73). Así mismo, la relación de comunicación que favorece el intercambio de planteamientos, el reconocimiento de puntos de vista y valores de quienes intervienen y la importancia de la construcción colectiva de las realidades sociales, dadas en un tiempo y lugar determinado.

La aproximación hermenéutica “tiene por objeto la comprensión de los significados y sentidos...se asume como medio de comprensión de las interacciones y como la manera de someter a interpretación los modos de enunciación de” los sujetos participantes en la investigación (Niño *et al.*, 2016, p. 75).

Así mismo, el enfoque cualitativo favorece la comprensión e interpretación del sentido y significado de quienes participan en las realidades donde se ubican. La mirada crítica “permite a los profesionales descubrir distintos significados de sus acciones educativas, organizar las acciones pertinentes para superar las limitaciones y, a su vez, emanciparse de las prácticas injustas” (Niño *et al.*, 2010, p. 103).

El trabajo del Grupo se ha configurado mediante la propuesta de indagación cualitativa de Elliot Eisner (1998), algunas de las premisas epistemológicas que orientan su trabajo son las siguientes:

1. “Existen múltiples formas de conocer el mundo: escritores y bailarines, así como científicos tienen importantes cosas que decir sobre este.
2. El saber se hace, no simplemente se descubre.
3. La elección de la forma de representar el mundo influye sobre lo que podemos decir y también sobre lo que entendemos como experiencia.
4. La indagación educativa será más completa e informativa cuanto más aumentemos el alcance de las maneras mediante las cuales describimos, interpretamos, y evaluamos el mundo educativo” (p. 77).

La investigación evaluativa se lleva a cabo a través de momentos o fases: descriptiva, interpretativa y evaluativa o de juicio de valor al servicio de la comprensión. La fase descriptiva “trata de mostrar el sentido mediante una estructura argumentativa que relaciona elementos y selecciona para reconocer lo que siempre ha estado allí pero que ahora es iluminado desde el ojo de quien aprendió a mirar, a develar lo relevante” (Niño *et al.*, 2016, p. 79).

225

La fase interpretativa significa relacionar lo descrito con el contexto teórico estudiado para mostrar diversas formas de entender la problemática estudiada, es decir, interpretar en relación con el marco teórico. La fase valorativa implica tener en cuenta lo descrito e interpretado para la elaboración de un juicio de valor que aporte a la comprensión de la temática investigada.

La última fase de “tematización o generalización naturalista” se propone encontrar los rasgos comunes en fuentes, métodos o preguntas, encontrados en las tres fases anteriores y que permitan identificar rasgos comunes y reiterativos en ellas.

Así mismo, el Grupo ha utilizado el desarrollo de estados del arte en evaluación y currículo para avanzar en la construcción de otros sentidos y comprensiones sobre un objeto de investigación. Según Guevara (2016), este rastreo documental

Más que una simple técnica: es una indagación de nuevos sentidos que trasciende el nivel descriptivo de los datos para estable-

cer nuevas relaciones de interpretación entre las categorías del objeto de estudio [...] y crear nuevas miradas de investigación y formación. (p. 3)

Este proceso comprende algunas etapas similares a las propuestas por Eisner: descripción, interpretación, construcción teórica global, extensión y publicación (Hoyos 2000).

Otra forma de investigación en educación, practicada por el Grupo Evaluando_nos, es el método de educación comparada, con el propósito de encontrar similitudes, diferencias y establecer regularidades. Estas últimas se consideran como características que presentan cierta permanencia en el tiempo y en el espacio, que permiten llegar a conclusiones contextualizadas en el marco de las realidades que se comparan. De acuerdo con Niño (2005) este método es, a la vez, camino y proceso, en el que se va construyendo, mediante la descripción, la interpretación, y la contrastación crítica, las semejanzas, diferencias o regularidades que se presenten en el estudio tanto del currículum como de la evaluación.

Mediante unidades de comparación, de países, sistemas educativos, etc., se analizan contextos, referentes, enfoques concepciones, que “conforman elementos de un ordenamiento y proceso cognitivo, discursivo de la acción educativa, para construir unas metas de reconocimiento de realidades existentes” (Niño, 2005, p. 133).

El Grupo ha participado mediante el desarrollo de esta metodología en investigaciones con el Ministerio de Educación en 2015, la cual se titula *Balance general sobre experiencias nacionales e internacionales aplicadas a la evaluación docente con énfasis en propuestas de formación* (Álvarez Gallego *et al.*, 2015). Los casos estudiados fueron: Estados Unidos, América Latina y el Caribe, entre otros. El trabajo investigativo mostró la necesidad de replantear la evaluación de los docentes en estos países para superar la tendencia de rendición de cuentas, caracterizada por el “control externo de los profesores, la cuantificación del logro de los estudiantes, el carácter sancionatorio de los resultados evaluativos y la exclusión de la carrera profesional” (Álvarez Gallego *et al.*, 2015, p. 120).

Este procedimiento metodológico se constituyó en un aporte teórico para el Ministerio de Educación Nacional (MEN) y la Federación Colombiana de Trabajadores de la Educación (Fecode), dadas

las conclusiones y perspectivas que apoyaron la formulación de la propuesta de evaluación docente desde la visión de la evaluación diagnóstica formativa. Propuesta aplicada en 2016 en reemplazo de la evaluación por competencias. Además, para aquellos profesores que no superaron la prueba, se dispuso un curso con apoyo en la evaluación diagnóstica formativa. Aunque, el proceso de evaluación formativa no se cumplió para todos los maestros, está vigente y con ella han comenzado procesos de reflexión sobre nuevas concepciones y formas de evaluación de los docentes, junto a pensar en la formulación de un estatuto único de los profesores.

En esta línea de orientación metodológica, igualmente, se desarrolló con el Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico (IDEP), un estado del arte comparado sobre la investigación, “selección y realización descriptiva analítica de las investigaciones y experiencias en cinco países de Latinoamérica: Argentina, Chile, Ecuador, México y Uruguay sobre las prácticas de evaluación en el aula” (Niño *et al.*, 2016). El propósito es indagar por las tendencias, enfoques y niveles de las evaluaciones de los profesores a los estudiantes en los salones de clase.

Los cinco países coinciden en plantear la evaluación formativa como una tendencia acogida en los cinco países, la cual “se apoya en el constructivismo y propicia la reflexión e interacción”, también “busca reflexionar y hacer responsable a cada sujeto en su proceso de modificación de la conducta para alcanzar la realización individual y colectiva” (Niño *et al.*, 2015, pp. 106-107). Así mismo, coinciden en la necesidad de superar la evaluación tradicional. México y Uruguay consideran que no solo se deben evaluar los factores cognitivos, también los contextuales, actitudinales y de cooperación. Se pone en tela de juicio la “objetividad”, la cual podría estar implícita solo en las pruebas estandarizadas. Se hace un llamado al profesorado para fortalecer el trabajo reflexivo, colaborativo, tanto de estudiantes como de profesores, el análisis y estudio crítico de las políticas evaluativas que conlleve a entender las posibilidades y limitaciones implícitas en sus orientaciones.

TENDENCIAS Y CONCEPCIONES EVALUATIVAS Y CURRICULARES SIGNIFICATIVAS Y POLÉMICAS EN LA INVESTIGACIÓN DEL GRUPO

Políticas educativas vinculadas al currículum y la evaluación

En el contexto de la globalización en educación, los organismos internacionales multilaterales mencionados buscan un mayor control de los sistemas educativos para alcanzar mayores beneficios económicos a través de sistemas empresariales, aplicados a la educación, a partir de la “centralización del currículum, descentralización financiera y administrativa, implantación de la evaluación técnico instrumental” (Niño, 2013, p. 16); esto desde los criterios de confiabilidad, estandarización y validez presentes en las pruebas estandarizadas aplicadas a muchos países. Con esto solicitan buenos resultados a los ministerios de educación de cada país. Así, se aplican pruebas estandarizadas nacionales que son prácticas de evaluación medibles y cuantificables de las pruebas internacionales.

Algunas políticas como la estandarización, la calidad de la educación, las competencias están presentes desde la década de los noventa para establecer espacios conmensurables que favorezcan el manejo y control global de la educación a partir de la uniformización de la evaluación y el currículum.

En la figura 2 se puede observar el contexto en que se encuentra el currículum y la evaluación, y cómo la evaluación como rendición de cuentas es una de las políticas de evaluación que afectan directamente la educación de niños y jóvenes.

GLOBALIZACIÓN EN EDUCACIÓN

ORGANISMOS INTERNACIONAL

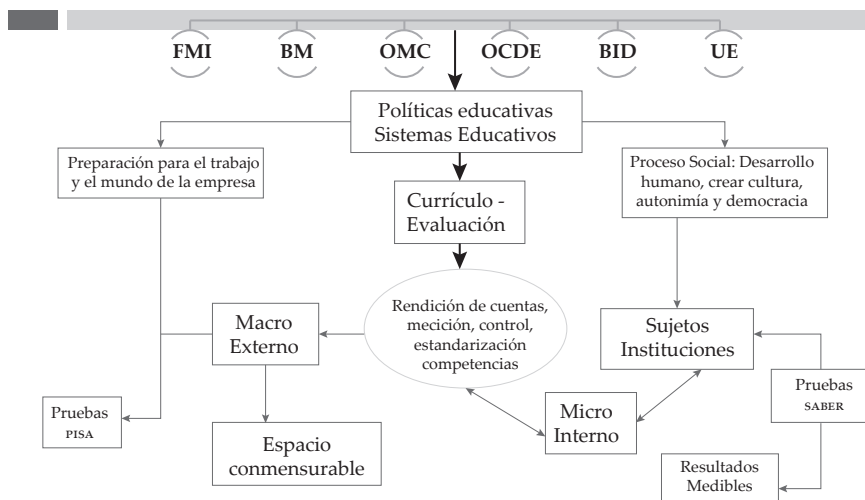


Figura 2. La globalización en la educación

Nota: Fondo Monetario Internacional, Banco Mundial, Organización Mundial del Comercio, Organización para la Cooperación Económica, Banco Interamericano de Desarrollo, Unión Europea.

Fuente: elaboración propia.

La evaluación docente como rendición de cuentas⁴

El estudio de la política de evaluación de los docentes ha hecho parte de las investigaciones del Grupo desde su inicio en el 2002. Esta se ha mantenido como una regularidad⁵ en las políticas evaluativas con un dominio a lo largo de los quince años de existencia del Grupo.

Esta es una tendencia asumida a partir de la década del sesenta, según Ravitch (2016, p. 157), y con gran ímpetu desde 1990, no solo en la educación. Los líderes administradores, aún presidentes de Estados Unidos, la han considerado importante para “medir resultados” y conocer el grado de retorno de lo invertido. Aunque, no se originó en el campo de la pedagogía, se considera apropiada para alcanzar los propósitos económicos que el sistema de la sociedad de mercado propone.

4. Este apartado toma como referente el concepto de evaluación como rendición de cuentas de Niño (2001) en la *Revista Opciones Pedagógica*, 24.

5. Regularidad: características que aparecen en las diversas investigaciones con sistematización a lo largo del tiempo y del espacio, en este caso en los países comparados.

Su influjo ideológico es de utilidad para evaluar docentes, estudiantes, instituciones y, así, influir en el ámbito educativo, tomar decisiones y, a la vez, reorientación de las prácticas evaluativas de los sujetos objeto de su valoración. De este modo, afecta la profesión docente en las escuelas y colegios donde esta tendencia se aplica.

Hoy se rinden cuentas a través de los resultados de los test de los estudiantes, es decir, se mide la calidad de las escuelas (Ravitch, 2016). Esta práctica evaluativa dejaría de lado la participación de los estudiantes en la construcción de ciudadanía, el currículum construido colectivamente y el trabajo dedicado de los profesores, ya que en las pruebas estandarizadas se evalúa el rendimiento del profesor por el desempeño de los estudiantes, sin tener en cuenta el número de estudiantes en el aula de clase o, el contexto sociocultural de donde provienen.

Según Niño (2001), la tendencia de rendición de cuentas sigue un modelo que solicita a los profesores responder a las demandas del mercado, en la preparación de los estudiantes para unas determinadas habilidades. Se ejerce un control externo que cuantifica y ejecuta procedimientos según los resultados de desempeño; la evaluación se transforma en un mecanismo de exclusión. Este permanente control externo disminuye el clima de solidaridad de los profesores y directivos.

Con esta misma orientación, surge la tendencia de pago por mérito, con el propósito de determinar del mismo modo la permanencia o no del profesor en el sistema educativo y, así, remunerar en forma diferencial su desempeño. La mejora en los resultados medibles de los estudiantes promueve la remuneración económica individual del profesor, pero a la vez, la búsqueda de la eficiencia del sistema conlleva a la competencia de maestros y estudiantes.

Esta "competencia individual por un poco más de compensación pecuniaria desvanece el sentido de solidaridad profesional y cooperación", "su autonomía y autocontrol quedan al vaivén y valen en tanto vale la recompensa cuando se efectúa y cesa con la supresión del refuerzo condicionado" (Niño, 2001, p. 51). La evaluación y heteroevaluación de los maestros supedita al profesor a la jerarquía del director, así, pierde autonomía e independencia para opinar y responder a las verdaderas necesidades de la institución.

No obstante, en algunas universidades de Estados Unidos, en forma experimental, surgen otras tendencias como la evaluación en el desarrollo profesional, con el fin de promover el mejoramiento cualitativo del docente responsable de su trabajo en el aula. Iwanicki (1982), citado en Niño (2001), la define como “el grado en que el sistema de evaluación del profesorado adopta un enfoque constructivo al considerar las necesidades personales del profesor, así como la naturaleza específica del medio del aprendizaje en que está implicado el mismo” (p. 54).

Pensar el desarrollo profesional supone cuestionar, permanentemente, los sustentos conceptuales en que se apoya el discurso académico, con miras a construir conocimiento pedagógico y disciplinar que promueva el fortalecimiento de la profesión docente. Es necesario que la tarea docente se piense más allá de su actividad en el aula, que el trabajo individual sea superado y, en su lugar, se fomente la praxis pedagógica en colectivo para dar respuesta a la institución escolar y a sus contextos. “El Grupo de investigación ha trabajado [...] en el entramado de las políticas educativas [...]. Para rescatar al docente como profesional de la pedagogía y la educación” (Gama, 2010, p. 185A).

Una última tendencia propuesta es la evaluación para la mejora de la escuela, concebida como un propósito conjunto entre docentes y directivos encaminados a la mejora de la institución. Para Stronge (1977, citada en Niño, 2001), la evaluación de docentes necesita un ambiente constructivo, a través de una sinergia, es decir, mediante un concurso activo y concertado de fuerzas y elementos para producir un efecto o función superior que propicie el mejoramiento de profesores y del plantel educativo (p. 57). De este modo, construir un proyecto educativo planeado en forma interrelacionada con la comunidad educativa inscrita a la institución.

La evaluación de los docentes ha de partir de la iniciativa de los profesores, con visiones críticas sobre las prácticas pedagógicas realizadas, con una revisión de las reuniones de área o nivel, talleres, etc., mecanismo que promuevan el trabajo colaborativo y la evaluación horizontal de directivos y profesores. Para aquellos profesores que presentan vacíos en su tarea diaria brindar oportunidades para su mejoramiento, al tener en cuenta los aspectos del contexto institucional y situacional.

Para la evaluación de pago con mérito sería conveniente asignar unos presupuestos que permitan un manejo equitativo y que reconozca el estatus de profesional de la educación. De esta manera, desde las instancias organizativas de las escuelas y colegios se promueve el reconocimiento económico similar para todos. Los desempeños distinguidos y los logros profesionales han de ser acordados en las organizaciones académicas o gremiales de las instituciones.

Esta tendencia superada por nuevas visiones ha de promover “el pago digno al reconocimiento del estatus profesional del educador, fortalecimiento de la autoestima a través de la autorreflexión, y los mecanismos internos asistidos por normas pedagógicas y éticas, y no de refuerzos económicos excluyentes” (Niño, 2001, p. 61).

Posiblemente, la forma más pedagógica de asumir, no solo las tendencias, sino también los enfoques de evaluación es factible con un análisis de cada una de las perspectivas que sustentan sus concepciones.

EVALUACIÓN ESCOLAR: DE LA MIRADA CUANTITATIVA A LA VISIÓN CUALITATIVA Y FORMATIVA

La evaluación técnica y la evaluación cualitativa son formas de comprender y hacer evaluación. Sus perspectivas teóricas y sus sustentos conceptuales diferentes han sido motivo de polémica y controversia permanente en el campo pedagógico y en la investigación en educación.

Para comprender cuál ha sido la visión que ha dominado los espacios escolares conviene visualizar, en un breve recorrido histórico, el devenir de la evaluación en las aulas colombianas hasta hoy. Así mismo, formular unos interrogantes sobre ¿qué se ha entendido por evaluación en el siglo pasado y en el presente?, ¿cuáles son las concepciones y paradigmas que la han orientado junto a sus mayores logros?, ¿a quiénes han favorecido sus prácticas?, ¿cuáles son las políticas que las han direccionado y sus principales tendencias? y ¿cuáles son los mayores desafíos pendientes para constituirse en una práctica pedagógica que apoye los avances y las transformaciones requeridas por profesores, estudiantes e instituciones?

En sus inicios, las primeras décadas del siglo xx, bajo la influencia de la psicología y la psicometría, la evaluación se aplica con fines de medición en los *test*, particularmente los de inteligencia. Según Niño (2006), al ubicar en tablas estandarizadas los puntajes obtenidos por los estudiantes se comparan y se miden los desempeños de sujetos pasivos de la evaluación. Se les somete a procedimientos e instrumentos sin la posibilidad de participar, es meramente una respuesta de ejercicios de papel y lápiz con resultados que permiten la ubicación y clasificación con consecuencias significativas para sus vidas académica y personal.

Un siglo después, estudiantes y profesores son sujetos de estas mismas pruebas estandarizadas nacionales e internacionales: a los primeros, en las Pruebas Saber, de tercero, noveno y once e, internacionalmente, en las Pruebas PISA. Y, a los segundos, con la Evaluación de Competencias de los años 2010 al 2015. El resultado de su desempeño conlleva efectos para la promoción o exclusión de estudiantes y de docentes. Sus implicaciones trascienden el orden educativo y llegan a instancias económicas y sociales; para unos, el ingreso a una universidad pública, para otros, el ascenso o no en el escalafón, entre otros aspectos.

En la década de los cuarenta la psicología educativa, desde la corriente de pensamiento conductista, continúa ejerciendo una influencia decisiva en la evaluación. Tyler, hacia finales de la década, propone la evaluación por objetivos. Con esta, los sistemas educativos crean lo que Gimeno (1990) llama “la obsesión por la eficiencia”. Ralph Tyler propone para la evaluación y el currículo los objetivos conductuales que orientan la organización de la educación hasta nuestros días.

Desde otra perspectiva, en 1967, el filósofo y académico Scriven, propone dos formas esenciales en la evaluación: formativa y sumativa. Para Moreno (2016) la evaluación formativa realiza una mirada valorativa que pudiera conducir a cambios en un proyecto de investigación o de un currículo, cuando estos aún no han terminado su aplicación o desarrollo. La evaluación sumativa se aplica cuando se toma la decisión de continuar o no el proyecto, se promociona un estudiante a un grado superior o se asciende o promueve a un profesor en una categoría, en esta evaluación el foco de interés está centrado en los resultados.

En esta misma década, señala Niño (2006), Bloom y sus colaboradores clasifican estos objetivos en cognoscitivos, afectivos y psicomotores. Se trata de objetivos medibles y cuantificables, los cuales constatan lo aprendido mediante el alcance de las metas propuestas. La práctica evaluativa, entonces, ha pasado por logros, estándares de competencias, entre otros, aunque sigue primando el mismo sentido objetivable en las instituciones educativas. Las famosas pruebas objetivas son su representación.

Esto supone un tipo de conocimiento medido por el profesor con criterios asignados por él, generalmente, sin participación del estudiante. Estas pruebas se sustentan en la vertiente del conductismo en psicología. Para Niño (2006) “el conocimiento significa un dato observable, manipulable, un hecho empírico que, el estudiante o el maestro ha de aprender y del cual pueden mostrar la cantidad de aprendizaje, recurriendo a las pruebas de rendimiento” (p. 46). Pero no todo el conocimiento se puede medir. El valor de verdad no radica en su medición. En palabras de Kemmis (1993), las verdades sociales son relativas y construidas histórica y culturalmente y, por lo tanto, no son susceptibles de medir.

Con propósitos parecidos, la evaluación para la toma de decisiones, propuesta por Daniel Stufflebeam, aporta a la asignación y el juicio de valor, considera de gran utilidad recoger información para la toma de decisiones. En opinión de Amigues y Zerbato-Poudou (2004), este modelo se basa en el postulado que la “evaluación no debe demostrar, sino mejorar (not to prove but improve)” el funcionamiento del sistema de formación” (p. 174).

No obstante, las decisiones son tomadas en las instancias de poder sin participación de quienes intervienen en el proceso. Son un ejemplo de evaluaciones jerárquicas sin participación de quienes son su objeto. Se utiliza el poder jerárquico sobre el evaluado para decidir sobre sus resultados, de este modo, se desconocen los contextos y situaciones particulares implícitas en la práctica evaluativa. En consonancia con estos planteamientos, De Alba (1991, citado en Niño, p. 102) señala: “se acepta que en el proceso de evaluación existan tomadores de decisiones y sujetos, sectores, grupos, y procesos, sobre los cuales otros toman decisiones”, pero que en estas haya participación democrática de sus integrantes.

Pese a que el enfoque de Tyler se mantiene vigente, el cambio al paradigma cualitativo se dio en las ciencias sociales, sociología y antropología, etc., al influir en el conocimiento y reconocimiento del sujeto. Estos cambios comportan, en el año 1967, el surgimiento de nuevos enfoques evaluativos como la evaluación iluminativa, la evaluación como crítica de arte y la evaluación crítica. Niño (2006) reconocer “la necesidad de la activa participación del sujeto en la reflexión sobre la realidad y los factores que interactúan, recurriendo su estudio a la interpretación es decir a la construcción de significados de lo que sucede” (p. 48).

Sin embargo, las políticas de globalización neoliberal en educación, en los años noventa, cambian el escenario de la evaluación y hacen énfasis, por una parte, en la individualización de las medidas evaluativas, competencias y estándares para cada estudiante o profesor; por otra parte, implementan la medición colectiva mediante las pruebas nacionales o internacionales, Pruebas Saber, Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes, PISA, respectivamente. A partir de estas se debe responder por el imperativo de normas, leyes y decretos que permanentemente someten a las instituciones educativas a su rigurosa aplicación. De esta manera, de acuerdo con Díaz Ballén (2010), la evaluación cumple con dos propósitos, “medir” la “calidad” de los procesos que acontecen en las instituciones escolares y la medición periódica de resultados (p. 155).

Empero, una mirada desde la pedagogía crítica ha promovido otras prácticas evaluativas que posibilitan una respuesta comprensiva a la formación pedagógica, mediante una aproximación a la evaluación cualitativa.

Evaluación cualitativa

Una visión de la evaluación cualitativa significa contar con la capacidad de observar y entender, desde la interpretación y la valoración, los saberes, los imaginarios y las representaciones sociales de las experiencias vividas por los sujetos, para, de este modo, proponer posibilidades de mejora, sin pretender construir predicciones objetivas sobre los análisis. El observador o sujeto evaluador se convierte en el principal actor en la comprensión del sujeto evaluado, es decir, la evaluación está en “la búsqueda de la equidad y la construcción

permanente de la verdad, como parte del análisis de la realidad y sus factores contextuales e intersubjetivos” (Tamayo, 2010, p. 215).

“La evaluación se concibe como un proceso de reflexión, de análisis sobre los hechos, acciones, para dar cuenta de las limitaciones, posibilidades de cambio y transformación de los mismos” (Niño, 1998, p. 8). La dimensión cualitativa en la evaluación comprende entender los procesos desarrollados y la flexibilidad al asumirlos, la interpretación de las situaciones, así como valorar los hechos o estadios de desarrollo en que se encuentren los sujetos.

En esta dirección, una evaluación con enfoque cualitativo implica dar y descubrir nuevos significados en las prácticas evaluativas mediante la mirada crítica de la situación u objeto de la mirada evaluativa. Por otra parte, para un mejor conocimiento y comprensión de la situación a evaluar, es conveniente apoyarse sobre diferentes fuentes, métodos e instrumentos que faciliten los procesos de triangulación para conseguir una información más completa sobre el objeto de evaluación.

Para el profesor, una evaluación cualitativa implica la dinámica de reflexión sobre la práctica pedagógica con el fin de cualificar, de manera permanente, su trabajo cotidiano, y cuestionar los supuestos conceptuales en que se apoya. Esto significa la puesta en acción de “la evaluación para el desarrollo profesional” (Niño, 2001), “la relación y cuestionamiento de lo que constituye un conocimiento pedagógico, junto a la permanente indagación sobre los contextos que enmarcan la vida de las escuelas. También supone trascender el trabajo del aula de clase, comprender que el conocimiento es construido socialmente” y que el docente tiene un compromiso con el área específica de conocimiento y la tarea pedagógica (Niño, 2013, p. 26). Así, se reconoce la comprensión, según Díaz Ballén (2010, p. 91), de las perspectivas cultural, social y política de la evaluación; además, del contexto social de la escuela y las relaciones de poder en que se halla circunscrita. El profesor requiere del estudio y permanente análisis de las políticas evaluativas, tomadas como instrumentos de control. y la puesta en acción de orientaciones educativas que, mediante la evaluación, llegan a las aulas escolares.

Las posibilidades que brinda la evaluación formativa tanto para los profesores como para los estudiantes son valiosas y demandan la

puesta en acción de funciones para transformar las prácticas pedagógicas de las instituciones escolares.

Funciones de la evaluación

Aunque hay diversas posturas epistemológicas sobre la evaluación, autores e investigadores de varios países coinciden en proponer dos funciones para la evaluación: función pedagógica y función social (Niño, 2017, p. 91). Se considera función pedagógica cuando se está “en procura de la mejora del proceso [...] el profesor construye conocimiento con el estudiante [...] para obtener un conocimiento de estrategias [...] y autorreflexión, replantear la enseñanza y detectar la función en el proceso enseñanza aprendizaje”. Para Moreno (2016, p. 154) consiste en facilitar el aprendizaje mediante la obtención de la información resultado de los ejercicios y asignaciones de tareas, así como de la reflexión sobre los compromisos alcanzados por los estudiantes. Por otro lado, se considera su función social “para acreditar calificaciones, promoción y rendición de cuentas” (Niño *et al.*, 2016, p. 102). Según Moreno (2016, p. 153) certificar el rendimiento, y es “comúnmente usada por los empleadores para emitir juicios sobre la aceptación de un empleo y, para las instituciones educativas para cursar estudios posteriores”.

Aunque estas funciones priman en los sistemas educativos, académicos como Méndez (2001), Moreno (2016), entre otros, y el Grupo Evaluando_nos proponemos otras funciones igualmente valiosas:

- Evaluación como actividad de aprendizaje. Por cuanto a lo largo de la práctica pedagógica el maestro, a la vez que recoge información del estudiante visualiza su potencial. Al mismo tiempo, el estudiante se formula preguntas acerca de su propio aprendizaje, en un diálogo continuo y de interacción permanente que implica miradas diferentes, procesos críticos y autocríticos que pueden fortalecer y complejizar la formación reflexiva del profesor y del estudiante.

Es una actividad en la que se adquiere conocimiento. Para Álvarez (2011, p. 12) “aprendemos de la evaluación cuando la convertimos en actividad de conocimiento y, en acto de aprendizaje al momento de la corrección”. Se requiere ir más allá de la calificación para dilucidar, qué ha sucedido con el resultado

obtenido, con miras a transformar la actividad de calificación en una acción crítica de formación y superación de limitaciones. Distinguir la práctica evaluativa de un mero requisito del manual de funciones del profesor es conveniente para el permanente cuestionamiento sobre las respuestas de los estudiantes, el análisis de las metodologías utilizadas, para una mejor comprensión del conocimiento que se construye y los límites alcanzados.

- Evaluación como retroalimentación del proceso. Se realiza un balance de las respuestas recogidas en el ejercicio asignado como tarea y se crea una síntesis conceptual de lo alcanzado por cada estudiante y una mirada general del desempeño del grupo. Esta versión conceptual brinda elementos que favorecen el análisis crítico de los avances o limitaciones en el proceso de aprendizaje sobre una temática específica. Un razonamiento que ha de promover el cambio o el fortalecimiento de la metodología, el proceso didáctico y los instrumentos utilizados en el ejercicio evaluado.
- Evaluación como función de conocimiento. Las actividades estipuladas para la evaluación de los estudiantes, tareas, ensayos, proyectos, si son asignadas con fines de discernimiento, pudieran favorecer la comprensión del estadio de desarrollo en que se encuentran los estudiantes, el manejo de los contextos sociales e institucionales donde se ubican, cuáles son sus dominios conceptuales, el grado de complejidad de sus aprendizajes, sus alcances; esto con miras a posibilitar cambios y transformaciones, tanto en la práctica del docente como con el compromiso del estudiante con su proceso de formación. Es una oportunidad para el profesor de replantear los procesos didácticos y evaluativos y para el estudiante de reflexionar sobre su propio desempeño.

Estas funciones de la evaluación son posibles a partir de una visión sobre la evaluación que reflexione sobre sí misma y considere las posibilidades de cambio y transformación presentes en los sujetos, estudiantes, profesores e instituciones, es decir, en una perspectiva formativa de la evaluación.

Evaluación formativa

Aunque esta evaluación aparece por primera vez en Estados Unidos en 1967 con el propósito de satisfacer al cliente, su aplicación se ha generalizado en muchos países, incluyendo a Colombia, en los últimos quince años. En Niño *et al.* (2016) esta se asume como un proceso que procura la reflexión e interacción entre profesor y estudiante (p. 101).

Según Niño (2005, p. 423), la evaluación es “de carácter formativo, cuando implica toma de conciencia sobre el hecho objeto de evaluación y la comprensión de sus posibilidades de cambio”, además, involucra a profesor y estudiante en una actitud abierta de cambio hacia modificaciones, cualificación y superación de etapas de menor desarrollo hacia logros en estadios de mayor complejidad.

Para Álvarez Méndez (2001, p. 15) es una actividad reflexiva y crítica que puede aportar al cuestionamiento y formación permanente de la práctica pedagógica:

Toda actividad y toda práctica de evaluación educativa que no forme, que no eduque y de la cual los sujetos no aprendan debe descartarse de los niveles universitarios, aquellos donde la educación es obligatoria, por ser considerada un bien común y reconocida universalmente como una garantía para reducir las desigualdades sociales.

En Colombia, a partir del Decreto 1757 de 2015, se acoge la evaluación diagnóstica formativa para la evaluación de los profesores inscritos en el Decreto 1278 de 2002. Esta perspectiva desde Fecode: “supera la concepción instrumental de la labor docente inmersa en la evaluación de competencias” (Fecode, s. f., pp. 1-12); además, resalta principios como: el enfoque cualitativo, que promueve una mirada de formación en un contexto sociocultural. Así mismo, identifica los problemas y posibilidades con miras a la mejora continua, y reconoce la importancia del proyecto educativo institucional y el rol participativo del profesor en las decisiones sobre la práctica pedagógica, en especial el trabajo de selección del currículo, entre otros. Esta visión sitúa al maestro como gestor y regulador de su propia práctica docente. Más aún, su mirada de autoevaluación crítica lo compromete con la mejora y fortalecimiento de su rol de profesional de la educación.

En esta dirección, para Rivas y Tamayo (2015) la visión de la evaluación diagnóstica formativa “busca comprender el proceso en el que está articulado y las reglas que lo enmarcan en el ejercicio de su profesión” (p. 30). Del mismo modo, está “orientada a corregir procesos y actuaciones, donde es el mismo maestro el que tiene que hacerse consciente de ello, es él quien se corrige” (p.30).

Esta opción valorativa requiere repensar miradas alternativas que posibiliten el ejercicio y su aplicación en los salones de clase en los procesos formativos de todas las áreas del currículum; además, de unas estrategias pedagógicas asumidas por profesores y estudiantes que promuevan su conocimientos y formación mutua.

Aunque con la evaluación se constatan permanentemente los logros y procesos alcanzados en la práctica pedagógica, el currículum es el que determina los fines y principios de la educación, de ahí la importancia de su análisis y estudio.

EL CURRÍCULO: PLANTEAMIENTOS Y ENFOQUES

El currículum utilizado en la educación surgió con Tyler a finales de los años cuarenta. No obstante, en la década del sesenta cobra mayor importancia por la puesta en acción de la tecnología educativa, a partir de una aproximación conceptual llamada currículum técnico. Para Gimeno (2008, p. 22), esta aproximación “prescribe en forma anticipada los resultados de la instrucción” y fue influenciada por la psicología conductista, la estadística y la psicometría. Las críticas más severas a esta están relacionadas con los paquetes instruccionales, elaborados por expertos ajenos a las escuelas, que eximen a los profesores de la responsabilidad de decidir sobre el trabajo pedagógico en las aulas y, por lo tanto, conllevan a su desprofesionalización y a la pérdida de la autonomía profesional.

Según López Ruiz (2005, citado en Niño, 2013) se argumenta que “este enfoque técnico no puede abarcar los aspectos no racionales que se presentan en el aula [...] las conductas que se esperan alcanzar con el desarrollo de los objetivos son la mayoría de las veces inconmensurables e indefinibles” (p. 29).

Otros académicos como Stenhouse (1987), Kemmis (1993), Magendzo (2008) proponen un currículum práctico con miras a que el profesor sea el actor y se incorpore a su rol de investigador de su

trabajo pedagógico. Para Grundy (1994, p. 33) con este enfoque el currículum “se considera como el proceso en que el alumno y el profesor interactúan con el fin de dar sentido a su mundo”. Esta orientación es criticada por la falta de análisis sobre la incidencia de la política en educación y el papel del *statu quo* en la misma.

No obstante, para Kemmis (1993) existe otra forma de currículum, el crítico, el cual se interesa en la mejora de los contextos sociales en que opera la escuela, las relaciones individuo y vida social, teoría y práctica. Esto supone una relación escuela sociedad diferente, que piense en las transformaciones sociales donde se ubica la institución educativa.

En esta dirección, Magendzo (2008) opina que esta opción curricular apoya la libertad de expresión, con implicaciones para el maestro en las iniciativas de emancipar tanto a estudiantes como a toda acción pedagógica que pueda limitar la libre expresión. Del mismo modo Carr y Kemmis, (1988, p. 56) consideran algunos aspectos fundamentales en el currículo crítico: las actividades pedagógicas son sociales y localizadas en un tiempo y lugar. La educación es política y, por lo tanto, influye sobre los ciudadanos en su proceso de formación.

Para Magendzo (2008) los problemas que influyen en el currículum serían de orden político, más que de orden técnico. La contextualización actual en medio de la globalización nos muestra intereses que trascienden las fronteras nacionales, en la búsqueda de isomorfismos en los currículos como planteamientos de homogenización. Según Angulo Rasco (citado en Niño, 2013) la búsqueda de un currículo único se inicia en Europa con la internacionalización del currículum en la educación superior, centrado en la orientación de los sistemas educativos.

En el informe del Ministerio de Educación Nacional y la OCDE (2016) para Colombia se señalan algunos aspectos curriculares que han obstaculizado el ingreso del país a este organismo internacional: la falta de un currículo para toda Colombia, un currículo único que facilite traslados, además de puntos altos de referencia para todos los estudiantes, con los cuales, al tiempo, los profesores pueden identificar contenidos similares que se han de enseñar en cada nivel o grado escolar.

Así mismo, en la normatividad del Ministerio de Educación se establecen conceptos sobre el sentido y significado del currículum (Decreto 230 de 2002). Y, en el Decreto 1290 de 2009 se establecen las directivas curriculares encaminadas a la estandarización de la evaluación, en su artículo 1, a través de la participación de los estudiantes en las pruebas estandarizadas internacionales y, en el nivel nacional, en el diseño de las Pruebas Saber.

Pero quizá una de las reformas que más ha influenciado a la educación y repercutido en el currículo escolar es el surgimiento de las competencias y sus estándares a causa de las modificaciones que estos nuevos mecanismos de control y medición implican. “Se pretende que las competencias actúen como guías para la confección y desarrollos de los currículos, de las políticas educativas; que sirvan de instrumento para la comparación de sistemas educativos, constituyendo toda una visión general de la educación” (Niño *et al.*, 2016, p. 53).

CONTEXTO, GÉNESIS Y DESARROLLO DEL DISCURSO DE LAS COMPETENCIAS

En el contexto de la globalización en educación, los organismos multilaterales, económicos y culturales son quienes han regido las políticas educativas en los últimos treinta años, con especial énfasis en el currículum y la evaluación. Estas categorías, pertenecientes al ámbito pedagógico, desde hace un tiempo, han sido asumidas por los organismos internacionales para tener el dominio generalizado y contar con una forma de gobierno globalizado, la cual sirva a sus beneficios económicos a través de la asignación del currículum para la preparación de sujetos eficientes y eficaces, que rindan al máximo en sus puestos de trabajo.

Dichos organismos han expresado su interés en las formas de gobernar a través de la formulación de políticas educativas orientadas hacia la instrucción de competencias laborales básicas, que faciliten la vigilancia y el control mediante la conducción simbólica de los contenidos curriculares y la uniformización de los perfiles profesionales. Aunque dicha intención no sea explícita, el discurso de las competencias se dirige especialmente al logro de buenos resultados en las pruebas estandarizadas, aplicadas para la obtención de los primeros lugares como representación del poder político y económico

en los *rankings* mundial. El propósito final es la conformación de un currículo único que dirija la formación de un individuo que rinda al máximo en su labor, sumiso a los mandatos de la empresa y la economía neoliberal.

Aunque la génesis del término no aparece en un término preciso, el discurso de la tecnología lo incluye en su repertorio, en la década de los setenta, dado el paradigma de la medición y la objetividad. Su uso se da en el sinónimo de “ser competente” en una actividad cuyo resultado es cuantificable.

En 1972, con el auspicio de la Unesco, Edgard Faure presenta el informe *Aprender a ser: la educación del futuro*, el cual inicia el modelo de las competencias. Hacia finales de la década de los noventa, en 1997, Jack Delors, en su informe “La educación para el siglo XXI” y en el libro *La educación encierra un tesoro* (1996), oficializa las competencias como un discurso para la educación. Él plantea cuatro pilares: aprender a ser, aprender a conocer, aprender a vivir juntos y aprender a hacer. Esta propuesta, del exdirector del Banco Mundial, surge en un contexto de la sociedad neoliberal, cuyo énfasis se centra en la pronta y oportuna respuesta, exigida en el universo de la empresa.

243

En el ámbito educativo, el modelo de competencias no se convierte en

una filosofía reflexiva, transformadora y dinámica para los sistemas escolares, sino más dirigida a la instauración de un sistema en el que prevalezcan términos como inversión, préstamo, control, estandarización, medición, rentabilidad, eficiencia, eficacia, en el sentido mismo de la economía. (Niño *et al.*, 2016, p. 57)

Una competencia puede entenderse como la capacidad o habilidad de un individuo para hacer frente a una práctica específica en una determinada situación.

En esta discusión, autores como Gimeno (2008) han planteado algunas tesis sobre las competencias en la comunidad europea, donde se refuerza que la génesis y el desarrollo de la evaluación de competencias envuelve y asume puntos de control y medición de la tarea educativa en las instituciones. Este prototipo de evaluación ha conformado la propuesta de aseguramiento de la calidad de la educación,

la cual demanda mejores resultados en las pruebas estandarizadas y una mejor calidad de la educación en las escuelas y colegios.

Estas nuevas formas de evaluación por competencias han sido creadas desde escenarios externos a las aulas escolares, han ejercido una influencia directa en las prácticas pedagógicas, en el tipo de conocimiento a evaluar de los estudiantes y en el enfoque del currículum que se practica. En efecto, las investigaciones del Grupo Evaluando_nos, entre el 2008 y el 2014, señalan el predominio de la orientación del currículo técnico al entenderlo como plan de estudios o malla curricular.

Para la puesta en marcha de este tipo de conocimiento técnico se requiere de un currículum cuyos contenidos sean estandarizados a partir de núcleos generalizables, fáciles de seleccionar desde los organismos supranacionales y que sean acogidos y planteados por los respectivos gobiernos en sus planes de desarrollo. Del mismo modo, sea de fácil constatación en el dominio de las competencias. En este sentido Niño *et al.* (2016) coincide con Díaz Borbón (2008, p. 59) al analizar que “en este enfoque curricular y evaluativo lo importante no son los procesos sino los resultados”. Esto excluye la importancia de la vía formativa, la cual incluye la revisión y estudio de las causas y consecuencias de los éxitos o limitaciones en el transcurrir de la evaluación.

En cuanto al tipo de conocimiento que promueve el discurso de las competencias, estudiosos de la temática como Barnett (2001) consideran sospechoso el traslado de las competencias a la educación, pues enfatizan las habilidades que demuestren el conocimiento adquirido, el cual “ha de ser especificado de antemano” (p. 113). Un conocimiento verificable que condiciona el currículum en función de la formación de sujetos para el capital humano y reduce las dimensiones del estudiante a las competencias del saber hacer; así deja de lado las competencias relacionadas con las dimensiones estéticas, físicas, lúdicas, éticas y, en su lugar, ubica aquellas provenientes de las raíces conductistas de los años setenta de la tecnología educativa. Así, la educación solo cumple con un compromiso parcial de la formación humana, pues el conocimiento y la formación del sujeto, con todas sus potencialidades, no conforma el fin en sí mismo, sino el dominio de una parcela de su desarrollo, es decir, las habilidades específicas medibles en términos de conducta.

¿Pero qué problemas conlleva este lenguaje de las competencias? Para realizar una lectura crítica de estas nuevas expresiones en la educación se requiere de un análisis de su contexto de origen, de los sentidos dados por quienes las utilizan y de las lecturas hechas sobre estas. Cabra (2008) refiere varias tensiones acerca de las competencias, señalamos las siguientes: ausencia de investigación en el campo de la pedagogía, ausencia sobre el concepto y extrapolación de la noción, además, la incipiente reflexión sobre los fundamentos ontológicos, epistemológicos, éticos y políticos (p. 32).

En cuanto al concepto de competencia, existe una gran diversidad de sentidos dados. En opinión de Del Rey (2012) diversos campos de conocimiento profesional se las disputan, sociólogos, psicólogos, pedagogos, lingüistas, las consideran pertinentes a sus campos de estudio. En la investigación del Grupo Evaluando_nos (2014), para un buen número de profesores del distrito, las competencias se entienden en dos sentidos: 1) enunciado de conductas que se pretenden alcanzar, como regreso a la evaluación instrumental de los años setenta; y 2) serie de actividades encaminadas a lograr un aprendizaje significativo. Igualmente, las competencias se asocian con la enseñanza, la comprensión, la resolución de problemas y la psicología de aprendizaje de corriente cognitiva.

Del Rey (2012) argumenta que la visión sobre la adquisición de conocimiento sustentada en las competencias es restringida, ya que centra y responsabiliza al sujeto de su propia formación y no tiene en cuenta el rol pedagógico del maestro ni su participación en el aprendizaje de los estudiantes. A estos solo les corresponde prepararse para las competencias que, día a día, aparecen en la vida laboral. Una formación que no adquirirán en las universidades, sino que las empresas serán las encargadas de brindar dichas certificaciones.

En Colombia la génesis de las competencias, según Maldonado (2013), aparece en el año 1999, en la Secretaría de Educación Distrital cuando se empleó la evaluación por competencias para el área de Lenguaje, Matemáticas y Ciencias Naturales. Al tiempo, un equipo de la Universidad Nacional hace una propuesta al Icfes, la cual fue aceptada para introducir en el año 2000 la evaluación de competencias en las pruebas de Estado. Así mismo, el Ministerio de Educación, con su aplicación en todo el país, las utiliza en las

Pruebas Saber para la educación básica y media (Niño *et al.*, 2016). Aunque las competencias poseen distintos significados, usos e implicaciones, las opiniones coinciden en que, a partir de ellas, se han construido las pruebas censales para la mayoría de las áreas del conocimiento. Del mismo modo, el interés ha estado centrado en alcanzar los mejores resultados en las pruebas estandarizadas.

La aplicación de competencias fue llevada al escenario de la práctica pedagógica de los docentes en el año 2010, en el marco del Decreto 1278 de 2002, con resultados controversiales, dado el bajo número de profesores que en cinco años lograron superar las pruebas. En el año 2015 se reformula esta modalidad desde la perspectiva de la evaluación formativa para valorar el desempeño docente.

Son muchas las preguntas y retos que han suscitado para el Grupo este campo de conocimiento. Algunos interrogantes van desde plantearse la necesidad de reformular la forma de evaluación del sistema educativo o asumirla desde otras perspectivas pedagógicas.

CONSIDERACIONES FINALES: DE LA PERSPECTIVA INSTRUMENTAL A LA PERSPECTIVA CRÍTICA EN EL CURRÍCULUM Y EN LA EVALUACIÓN

Uno de los factores que el Grupo ha considerado valioso para la construcción teórico-práctica de sus investigaciones y que ha aportado en su construcción ha sido el estudio de los contextos. Esto por su contribución al entendimiento de la influencia de las políticas educativas, en este caso de corte neoliberal, en el currículum, la evaluación, el tipo de individuo a formar, el modelo de sociedad que se quiere construir y sobre los objetos a evaluar.

En el marco conceptual actual de la evaluación, el análisis de las tendencias predominantes en la evaluación de los docentes ha sido igualmente significativo. La tendencia de rendición de cuentas, al pretender el control sobre los sistemas educativos, la evaluación de profesores, estudiantes e instituciones, requiere una revisión crítica de sus planteamientos ideológicos y pedagógicos, aún después de tantos años de su aparición, mediante una mirada autoevaluativa de los profesores, “teniendo en cuenta las necesidades de donde provienen los estudiantes y las exigencias pertinentes de los contextos, con miras a una educación con justicia social” (Niño, 2001, p. 58).

Con tal propósito, el Grupo Evaluando_nos ha desarrollado otras opciones, propias del campo pedagógico, que, al tiempo, evalúan al docente, promueven el desarrollo profesional, estudiantil e institucional. Dichas tendencias de evaluación, con sustentos pedagógicos y epistemológicos desde visiones críticas requieren un estudio más detallado y una aplicación más generalizada.

Concepción de evaluación

Las investigaciones de otros investigadores y del Grupo Evaluando_nos (2002- 2010) nos permiten señalar que hay un predominio del enfoque de evaluación instrumental, técnico, preocupado por el cumplimiento de objetivos, de asignación de una calificación que permita la promoción de estudiantes durante y al final de los periodos o grados escolares. Para Díaz Ballén (2010) la evaluación se sustenta en una racionalidad “instrumentalista estandarizada que enfatiza en los términos de eficiencia, calidad y desempeño” (p. 171).

Sin embargo, una perspectiva evaluativa renovada surge para comprender al sujeto, su nivel y estadios de desarrollo, para proponer las modificaciones necesarias para su mejora y potenciación. La evaluación ha de llevarse a la práctica dando cuenta de manera sistemática y permanente de los estadios y niveles de desempeño de los estudiantes, con participación tanto de profesores como estudiantes para revisar y monitorear los aprendizajes.

Para el estudiante significa la realización de un ejercicio crítico sobre lo trabajado, con miras al fortalecimiento de aquellas dimensiones con buenos desempeños y a superar posibles limitaciones en aspectos que requieren un mayor esfuerzo y dedicación. Mediante la revisión autocorrectora, se toma conciencia de la responsabilidad individual de cada estudiante, se proponen modificaciones voluntarias, con una mirada autoreflexiva que le permita hacer una revisión sobre los procesos mentales utilizados, en el ejercicio de metacognición.

La evaluación y el currículum han perdido su carácter de formación pedagógica para convertirse en instrumentos de control y medición de los organismos internacionales, enfatizados en la instrucción sobre áreas de comprensión cognitiva del conocimiento. Es conveniente, por tanto, un replanteamiento en la mirada integral de las áreas del conocimiento, la cual forme a un sujeto autónomo que

desarrolle el razonamiento crítico en su rol de estudiante y de profesor, con una responsabilidad con el grupo, con sus pares y con la institución, para así evitar la reducción del currículum a un plan de estudios de preparación para las pruebas estandarizadas.

De este conocimiento han de surgir movimientos de comunidades solidarias que analicen y formulen planes de resistencia que contrarresten estas orientaciones, caracterizadas por responder a intereses meramente económicos y de expresiones de poder jerárquico.

En síntesis, una educación apoyada desde la perspectiva de la pedagogía crítica de Freire (1993) en: “Una educación centrada en los contextos [...] que recupere los sujetos [...] una educación ética y política [...] para el pensamiento crítico [...] y la escuela como espacio de formación democrática, el maestro como sujeto político y la pedagogía crítica como alternativa para la transformación social” (p. 35-36).

REFERENCIAS

- Álvarez Gallego, A., Aguilar, D., Barrantes, R., Bustamante, G., Cadavid, A., Díaz Ballén, J., Díaz, O., Echeverry, L., Marín, L., Mariño, G., Niño, L., Ortega, P., Rickenmann, R. y Tamayo, A. (2015). *Balance general sobre experiencias nacionales e internacionales aplicadas a la evaluación docente con énfasis en propuestas de formación* (Vol. I). Universidad Pedagógica Nacional. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-360277_foto_portada.pdf
- Álvarez Méndez, J. M. (2001). *Evaluar para conocer, examinar para excluir*. Morata.
- Álvarez Méndez, J. M. (2011). Evaluar el aprendizaje en una enseñanza centrada en competencias. En J. Gimeno (Comp.), *Educación por competencias. ¿qué hay de nuevo?* (pp. 206-234). Morata.
- Amigues, R. y Zerbato-Poudou, M. T. (2004). *Las prácticas escolares de aprendizaje y evaluación*. Fondo de Cultura Económica.
- Apple, M. (2001). ¿Pueden las pedagogías críticas interrumpir las políticas neoliberales?: *Opciones Pedagógicas*, 24, 3-44.
- Arbelaéz, R., Corredor, M. y Pérez, M. (2009) *Concepciones sobre las competencias*. Universidad Industrial de Santander.
- Barnett, R. (2001). *Los límites de las competencias: el conocimiento, la educación superior y la sociedad*. Gedisa.

- Cabra, F. (2008). La evaluación y el enfoque de competencias: Tensiones, limitaciones y oportunidades para la innovación docente en la universidad. *Revista EAN*, 63, 91-105. <https://www.redalyc.org/pdf/206/20611455007.pdf>
- Carr, W. y Kemmis S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza*. Martínez Roca.
- Decreto 230 de 2002 (11 de febrero), por el cual se dictan normas en materia de currículo, evaluación y promoción de los educandos y evaluación institucional. *Diario oficial* 44710. <http://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?id=1711196>
- Decreto 1278 de 2002 (19 de junio), por el cual se expide el Estatuto de Profesionalización Docente. *Diario oficial* 44.840. http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/decreto_1278_2002.html
- Decreto 1290 de 2009 (16 de abril), por el cual se reglamenta la evaluación del aprendizaje y promoción de los estudiantes de los niveles de educación básica y media. *Diario oficial* 47322. <http://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1260109>
- Decreto 1757 de 2015 (1 de septiembre), Por el cual se adiciona el Decreto 1075 de 2015 y se reglamenta parcial y transitoriamente el Decreto Ley 1278 de 2002, en materia de evaluación para ascenso de grado y reubicación de nivel salarial que se aplicará a los educadores que participaron en alguna de las evaluaciones de competencias desarrolladas entre los años 2010 y 2014 Y no lograron el ascenso o la reubicación salarial en cualquiera de los grados del Escalafón Docente". https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-353929_recurso_1.pdf
- Del Rey, A. (2012). *Las competencias en el aula. Una visión crítica sobre el rendimiento escolar*. Paidós.
- Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro*. Santillana.
- Díaz Ballén, J. (2010). Currículo y evaluación de los estudiantes: una reflexión crítica en el marco del Decreto 1290 de 2009. En *De la perspectiva instrumental a la perspectiva crítica* (pp. 155 -184). Universidad Pedagógica Nacional.
- Díaz Borbón, R. (2008). Currículo y evaluación en la universidad del modelo neoliberal. *Revista Opciones Pedagógica*, 39, 144 -179.
- Diéz, E. J. (2009). *Globalización en educación*. Ediciones desde Abajo.

- Eisner, E. (1998). *El ojo ilustrado. Indagación cualitativa y mejora de la práctica educativa*. Paidós.
- Fecode. (s.f.). *Evaluación de carácter diagnóstico formativo- docentes* [documento de trabajo].
- Fernández-Ballesteros, R. (1996). *Evaluación de programas*. Síntesis Psicología.
- Freire, P. (1993). *Pedagogía de la esperanza*. Siglo XXI.
- Gama, A. (2010). Currículo y evaluación: ¿Posibilidades para el desarrollo profesional docente? En L. S. Niño Zafra, *De la perspectiva instrumental a la perspectiva crítica* (pp.185-198). Universidad Pedagógica Nacional.
- Gimeno, J. (1990). *La pedagogía por objetivos: la obsesión por la eficacia*. Morata.
- Gimeno, J. (Comp.). (2008). *Educación por competencias. ¿Qué hay de nuevo?* Morata.
- Grundy, S. (1994). *Producto o praxis del currículum*. Morata.
- Grupo Evaluando_nos. (2006). *La evaluación de Docentes según competencias, los estándares y el desempeño profesional* [proyecto de investigación]. Universidad Pedagógica Nacional.
- Grupo Evaluando_nos. (2014). *La relación de las competencias con el currículum y los estándares en la educación básica y media* [proyecto de investigación]. Universidad Pedagógica Nacional.
- Grupo Evaluando_nos. (2017). *La formación ético-política en el currículum escolar, Grados 10 y 11: Una perspectiva crítica en el contexto de educación para la paz* [propuesta de proyecto de investigación]. Universidad Pedagógica Nacional.
- Guevara, R. (2016). El estado del Arte en la investigación. ¿Análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos? *Revista Folios*, 44, 165-179. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=345945922011>
- Hoyos, C. (2000). *Un modelo para la investigación documental*. Señal Editora.
- Kirk, D. (1990). *Educación física y currículum. Educación crítica*. Universidad de Valencia.
- Kemmis, S. (1993). *El currículo: más allá de la teoría de la reproducción*. Morata.
- López, J. (2005). *Construir el currículum global: otra enseñanza en la sociedad del conocimiento*. Aljibe.
- Lundgren, U. P. (1992). *Teoría del currículum y escolarización*. Morata.

- Magendzo, A. (2008). *Dilemas del currículum y la pedagogía: analizando la reforma curricular desde una perspectiva crítica*. LOM.
- Maldonado, M. (2013). *El currículo con enfoque de competencias*. Ecoe.
- Ministerio de Educación Nacional y OCDE (2016). *Revisión de políticas nacionales de educación. La educación en Colombia*. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-356787_recurso_1.pdf
- Moreno, T. (2016). *La evaluación del aprendizaje y para el aprendizaje*. Universidad Autónoma Metropolitana. https://www.casade-librosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/Evaluacion_del_aprendizaje_.pdf
- Niño, L. S. (2001). Las tendencias predominantes en la evaluación docente. *Opciones Pedagógicas*, 24, 45-65.
- Niño, L. S. (2005). *La evaluación docente de básica primaria y secundaria en Colombia. Inglaterra, Chile, Estados Unidos, México y Argentina* [tesis doctoral]. Universidad de Valencia.
- Niño, L. S. (2006). El sujeto en la evaluación educativa en la sociedad globalizada. *Revista Opciones Pedagógicas*, 32-33, 39-53.
- Niño, L. S. (2007). Trayectoria de una investigación sobre evaluación de docentes. *Opciones Pedagógicas* 35-36, 91-123.
- Niño, L. S., Huertas, P., Saavedra, L., García, L. S., Arias, N., Herrera, G. y Díaz Ballén, J., (2010). *De la perspectiva instrumental a la perspectiva crítica*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Niño, L. S. (Comp.). (2013). *Currículo y evaluación críticos. Pedagogía de la autonomía y la democracia*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Niño, L. S., Tamayo, A., Díaz, J. S. y Gamma, A. (2016). *Competencias y currículo: problemáticas y tensiones en la escuela*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Niño, L.S. (2017). Balance latinoamericano. En: *¿Hacia dónde va la evaluación? Aportes conceptuales para pensar y transformar las prácticas de evaluación* (pp.72- 95). Bogotá: Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico.
- Páramo, P. (Comp.). (2013). *La investigación en las ciencias sociales: estrategias de investigación*. Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Ravitch, D. (2016). *The death and life of the great American School System*. Basis books.
- Rivas, C. y Tamayo, A. (2015). La evaluación diagnóstica formativa: un avance en las luchas del magisterio. *Educación y cultura*, 111, 29-34.
- Stenhouse, L. (1987). *Investigación y desarrollo del currículum*. Morata.

Tamayo, A. (2010). Epistemología, currículo y evaluación (Una relación por reconstruir). En L. S. Niño Zafra, *De la perspectiva instrumental a la perspectiva crítica* (pp.215-228). Universidad Pedagógica Nacional.

*Panorama da pesquisa
em educação em ciências
no Brasil: um olhar
baseado na produção
acadêmica no ensino de
biologia (1972-2011)¹*

Paulo Marcelo Marini Teixeira
Departamento de Ciências Biológicas
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Desde 2008, concentramos significativos esforços no desenvolvimento de um conjunto de pesquisas dedicadas à análise de dados sobre a produção acadêmica em Ensino de Biologia. A ideia seria compreender os rumos e tendências dessa produção acadêmica. Nesse sentido, com a apresentação paulatina dos resultados dessas

1 . Uma versão deste trabalho está publicada na *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. 2, pp. 521–549, agosto de 2017.

pesquisas, revelamos informações no sentido de mapear a produção brasileira de dissertações e teses (DT) nessa subárea relativa ao conjunto das pesquisas em Educação em Ciências (Teixeira, 2008; Teixeira e Neto, 2006; 2011, 2012; Teixeira e Oliveira, 2013).

A nossa opção pela análise de DT é justificável dado que essa modalidade de trabalhos acadêmicos representa, ao longo do tempo, uma parte fundamental e majoritária das investigações realizadas nas instituições de ensino superior (IES). As “dissertações e teses refletem mais diretamente a produção propriamente acadêmica” (Salem, 2012, p. 22). Ademais, são trabalhos vinculados a programas de pós-graduação, principais *locus* de formação de pesquisadores ingressantes e de atuação de grupos de pesquisa engajados sistematicamente nas pesquisas das áreas de Educação e Educação em Ciências. É interessante assinalar que “em áreas como a educação, praticamente toda a pesquisa é desenvolvida nos programas de pós-graduação ou por sujeitos formados para a pesquisa nesses programas” (Macedo e Sousa, 2010, p. 166). Por fim, as DT são documentos considerados mais apropriados para pesquisas caracterizadas dentro da modalidade de estudos do tipo *Estado da Arte*, por se tratar de documentos primários contendo relatórios completos e aprofundados dos estudos realizados, os quais, via-de-regra, são apresentados posteriormente de maneira sucinta em artigos publicados em livros, periódicos ou eventos (Neto, 1999; Salem, 2012).

Do ponto de vista histórico, em 1965, temos o momento de eclosão da pós-graduação em educação no Brasil. O primeiro programa na área foi criado na Pontifícia Universidade Católica. Outros cursos foram criados na sequência, no período que vai do final dos anos 1960 até o início da década de 1970; configurando então, o ponto de partida para um processo de expansão no sistema relativo à área educacional. Quando pensamos especificamente em Educação em Ciências (EC), vale mencionar o ano de 1972, momento em que encontramos as primeiras dissertações e teses defendidas especificamente nessa área, entre as quais, estão as três primeiras enquadradas na subárea de Ensino de Biologia.

Portanto, em 2015, atingimos cinco décadas de desenvolvimento de estudos e pesquisas associadas aos cursos de pós-graduação vinculados ao campo educacional, incluindo os estudos em EC, sejam nos casos de trabalhos oriundos da pós-graduação em educação, com

linhas de pesquisa em EC; sejam aqueles oriundos dos programas específicos da área de EC; ou ainda também considerando a produção gestada em outros programas mais distantes da área educacional, nos quais, ocasionalmente, são gerados estudos com objetos de pesquisa associados ao ensino e aprendizagem de Ciências da Natureza. Mesmo considerando as oscilações neste processo de desenvolvimento da pesquisa por via da pós-graduação, é inequívoco o forte desenvolvimento da área, expresso na diversidade de programas² hoje existentes, disseminados pelas mais variadas regiões do país, gerando em seu conjunto, recursos humanos para a educação básica e superior, uma comunidade de pesquisadores, além é claro, da produção de conhecimentos focalizadores de uma multiplicidade de problemáticas inerentes ao ensinar e aprender ciências.

Foi considerando essa ocasião especial,³ de certo modo, demarcadora da maturidade institucional de nossa área, que aproveitamos para escrever este texto, apresentado como palestra na Cátedra Doutoral da Universidade Pedagógica Nacional (UPN) em 2017, como forma de explicitar as características e tendências das pesquisas em Educação em Ciências no Brasil.

Neste caso específico, foram objeto de interesse apenas trabalhos acadêmicos dentro da subárea de Ensino de Biologia,⁴ dando continuidade à sistematização de dados sobre a produção acadêmica e científica localizada neste recorte investigativo. Entendemos que esse é um movimento imprescindível, já que à medida que a área foi estruturando-se, a produção aumentou significativamente e se

2. Em pesquisa realizada na Plataforma Sucupira - Cursos Recomendados (CAPES), sobre os programas existentes, detectamos, para dados relativos até 2016, 157 programas cadastrados na área de Ensino e 177 na área de Educação. Fonte: <https://sucupira.capes.gov.br>. Acesso: março, 2017. A CAPES é a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, uma fundação do Ministério da Educação responsável pela aprovação, acompanhamento, avaliação e financiamento dos cursos de pós-graduação no Brasil.

3. Considerando o início da pós-graduação em Educação no país em 1965, completamos, em 2015, cinco décadas de produção de dissertações e teses na referida área.

4. Interessaram à investigação as DT que apresentam referências ao ensino e aprendizagem de conteúdos vinculados às Ciências Biológicas. Com efeito, o ambiente escolar investigado, os sujeitos envolvidos na pesquisa (professores, formadores, estudantes, licenciandos, estagiários etc.), os cursos de formação inicial e/ou continuada, os materiais e recursos didáticos analisados, os métodos e técnicas de ensino testados, os programas de ensino propostos, a avaliação dos currículos nos seus diversos níveis e possibilidades, a legislação, as experiências educacionais relatadas nos estudos realizados, enfim, um ou mais desses elementos presentes em cada trabalho devem ter relação direta ou, pelo menos, parcial com o Ensino de Biologia (Teixeira, 2008).

diversificou, de modo que temos a necessidade de periodicamente acompanhar os caminhos trilhados, num movimento de autorreflexão, buscando captar tendências e tradições, e sinalizar as perspectivas e desafios para pesquisas futuras (Goergen, 1998; Teixeira, 2008; Salem, 2012). Portanto, este trabalho faz parte de um projeto mais amplo dedicado ao mapeamento contínuo da pesquisa brasileira em Ensino de Biologia.

Com efeito, o objetivo deste capítulo é relatar detalhes sobre a pesquisa cuja finalidade foi identificar, descrever e analisar a produção envolvendo o *Ensino de Biologia*, expressa sob a forma de DT defendidas entre os anos de 1972 até 2011, contemplando 40 anos de estudos acadêmicos desenvolvidos na referida subárea. Apresentamos resultados consolidados considerando a finalização da fase principal da investigação, explicitando dados complementares e atualizando informações divulgadas em trabalhos anteriormente publicados.⁵ Desta forma, as seguintes questões importantes a responder são: Como se desenvolve – quantitativa e qualitativamente – a produção acadêmica em *Ensino de Biologia* ao longo do tempo? Qual é a base institucional sustentadora dessa produção acadêmica? Temos programas de pós-graduação, orientadores e grupos consolidados na produção de conhecimentos e na formação de pesquisadores nessa área? Quais as temáticas e tendências de investigação chamam a atenção dos pesquisadores? Quais os principais níveis de ensino focalizados nas pesquisas? Existem lacunas a exigir o desenvolvimento de novos estudos e pesquisas nesta subárea?

METODOLOGIA

O período de abrangência da pesquisa começa em 1972, ano em que, segundo nossos registros, os primeiros trabalhos em Ensino de Biologia foram defendidos no país. O marco de 2011 foi estabelecido para finalizar a coleta de dados junto aos bancos de informação sobre DT. Em nosso caso, além da busca em dados do “Banco de Teses – BT/CAPES”,⁶ principal fonte para as pesquisas que tomam como objeto de estudo as DT; também consultamos as páginas da internet dos

5. Um artigo com dados preliminares dessa pesquisa foi publicado no ENPEC-2013, em Águas de Lindóia, sob o título “40 anos de pesquisa em Ensino de Biologia no Brasil: um estudo baseado em dissertações e teses (1972-2011)”. Cf: Teixeira e Oliveira (2013).

6. Banco de Teses da CAPES: <http://www.capes.gov.br/servicos/banco-de-teses>.

programas de pós-graduação cadastrados nas áreas de Educação e Ensino da CAPES e visitamos as bibliotecas (*on-line*) de IES onde esses programas foram instalados. Adicionalmente, para completar a coleta de dados, visitamos a *Plataforma Lattes - CNPQ*, buscando examinar os currículos de potenciais orientadores vinculados ao Ensino de Biologia. Para isso, utilizamos como base da consulta uma lista contendo 232 nomes de pessoas que constituíram a Comissão Científica para trabalhos submetidos ao *V Encontro Nacional de Ensino de Biologia*, realizado na USP em setembro de 2014.⁷

Esse conjunto de procedimentos, os quais foram adotados para a busca de dados sobre as DT em Ensino de Biologia (palavras-chave,⁸ títulos, referências e resumos), vem sendo aprimorado ao longo do tempo. Aprendemos, com as experiências acumuladas em pesquisas anteriores, que o Banco de Teses da CAPES é atualizado de forma irregular, de modo que muitos trabalhos acabam sendo cadastrados com atraso ou simplesmente não aparecem nos registros do referido Banco. Assim, este processo de triangulação de fontes para coleta de dados garantiu que parte significativa dos trabalhos em Ensino de Biologia produzidos no Brasil, no período sob investigação, fossem “capturados”, embora não possamos garantir que todos aqueles defendidos nesses 40 anos estejam retratados no conjunto de documentos constituído para dar base para a pesquisa. No quadro atual, diante da magnitude da expansão da área, a recuperação, análise e catalogação da produção acadêmica em Ensino de Ciências nos estudos do tipo *Estado da Arte* está se tornando, cada vez mais, um processo difícil e complexo, devido ao elevado número de DT defendidas a cada ano e a necessidade de consultar diversas bases de informação para a coleta de dados (Neto, 2014).

Ao final do processo de busca, encerrado em 2015, os resultados totalizaram 1000 referências. Prosseguimos as buscas e localizamos novos trabalhos ainda circunscritos ao período estipulado para esta investigação, que foram examinados em fase posterior da pesquisa. A partir da identificação das DT, seus resumos e referências institucio-

7. Informações sobre essa Comissão Avaliadora podem ser encontradas no endereço eletrônico da Associação Brasileira de Ensino de Biologia. Disponível em: <<http://www.sbenbio.org.br/>>.

8. Palavras-chave empregadas de forma combinada no processo de busca: Biologia; Ciências Biológicas; Ensino; Aprendizagem; Educação; Ensino de Biologia; Ciência; Ensino de Ciências; Educação em Ciências; Educação Científica; Alfabetização Científica.

nais foram organizados em fichas e tabelas de análise. Examinando esse material com base numa abordagem de natureza quantitativa-qualitativa, desenvolvemos a análise preliminar dos documentos, estabelecendo a classificação das DT conforme os seguintes descritores: 1) ano de defesa e evolução quantitativa da produção acadêmica; 2) instituições onde os trabalhos foram desenvolvidos e sua distribuição geográfica; 3) titulação; 4) orientadores; 5) nível escolar privilegiado nos estudos acadêmicos; 6) linhas e focos temáticos; 7) gêneros de trabalho acadêmico.

A primeira etapa da análise envolveu a organização dos dados em planilhas, tabelas e gráficos para facilitar a análise das tendências emergentes do conjunto de documentos arrolados durante a investigação. As referências gerais para cada trabalho ajudaram a compor o que chamamos de *base institucional*: um conjunto de informações que nos permite examinar a dinâmica de produção acadêmica pelas diversas instituições brasileiras, seu desenvolvimento diacrônico, suas características institucionais etc. Isso foi feito com ajuda de alguns dos descritores supramencionados (descritores 1, 2, 3, 4). Por sua vez, os resumos já permitiam um processo de imersão inicial sobre o conteúdo das DT (análise qualitativa), com a identificação de temáticas, problemáticas, nível de escolarização privilegiados no conjunto dos estudos, modalidades de pesquisa etc. (descritores 5, 6, 7). Neste caso, os originais dos trabalhos disponíveis somente foram consultados quando os resumos e as referências institucionais e bibliográficas não permitiram a obtenção das informações desejadas para esta etapa. Por isso, grande parte das DT (90 %) foi obtida por meio eletrônico ou impresso, para uma análise mais aprofundada envolvendo o conteúdo integral de cada trabalho.

Apresentaremos os resultados em duas seções. A primeira centrada sobre o que chamamos de *base institucional* e, a segunda, focalizada nos problemas de pesquisa e tendências temáticas e metodológicas caracterizadoras da produção acadêmica em Ensino de Biologia nos 40 anos examinados pela investigação.

RESULTADOS, ANÁLISES E REFLEXÕES

Base Institucional

Ao examinar a produção acadêmica sobre o Ensino de Biologia nos 40 anos investigados identificamos um quadro de expansão e diversificação que tem se intensificado significativamente nos últimos anos. A evolução anual da produção pode ser visualizada na Figura 1. A primeira característica a salientar é o crescimento em termos quantitativos, evidenciando que desde o aparecimento dos primeiros trabalhos, em 1972, a pesquisa com foco no Ensino de Biologia expandiu-se, com crescimento modesto e irregular, até meados da década de 1990. Considerando todo o período, esse movimento expansivo acontece em sintonia com o desenvolvimento da área de EC e com a pesquisa educacional tomada em sentido mais amplo, como indicam os trabalhos de Teixeira e Neto (2006; 2011; 2012), Macedo e Sousa (2010), Salem (2012) e Neto (2014). Tal crescimento está associado a processos de diversificação da pós-graduação e de formação e consolidação da pesquisa educacional brasileira verificados nos últimos 25 anos.

Como se observa no gráfico, houve pequeno crescimento até 1997, com algumas flutuações. Porém, na parte final dos anos 90, podemos constatar um aumento vigoroso no número de defesas. É importante destacar que nos últimos 15 anos, o número de trabalhos defendidos aumentou expressivamente: 77,2 % das defesas detectadas que ocorreram nos últimos 10 anos do período retratado na pesquisa.

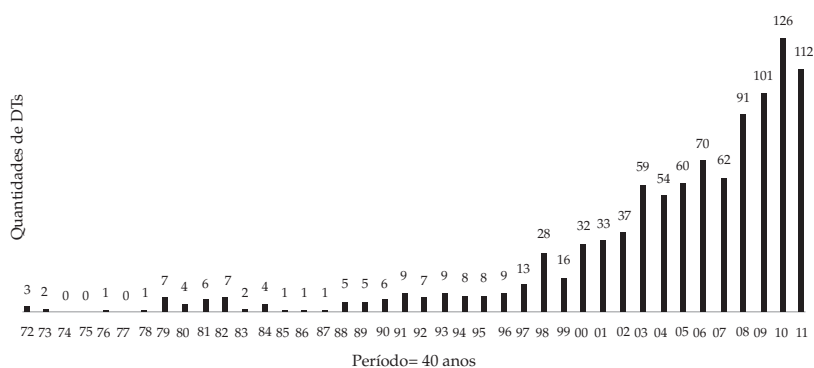


Figura 1: Gráfico da distribuição diacrônica das 1000 DT focalizando o Ensino de Biologia defendidas no período 1972-2011

Fonte: elaborado pelo autor com base nos bancos de dados mencionados na seção de metodologia.

A distribuição da produção indica média em torno de 25 trabalhos por ano. Em meados dos anos 1990, a média da produção era de 8 trabalhos/ano. A partir do final dos anos 90 —período coincidente com a criação de novos programas de pós-graduação, alguns dos quais específicos da área de Educação em Ciências— a média se aproximava de 20 trabalhos anuais. Já no contexto da primeira década do século XXI, o crescimento ocorre vertiginosamente, passando, nos últimos cinco anos, para a cifra de 100 DT a cada ano, equivalendo a crescimento de 75,7 % em relação ao quinquênio imediatamente anterior (2002-2006). Adicionalmente, vale observar a distribuição de DT em Ensino de Biologia a cada década, conforme apontam os dados observados na figura 2. Com isso, verificamos o expressivo crescimento a cada período. Em valores aproximados temos a seguinte situação: de 1970 para 1980, taxa de crescimento em 111 %; dos anos 80 para os anos 90, taxa de crescimento em 265 %; e, por fim, da década de 90 para os anos 2000, crescimento de 398 %.

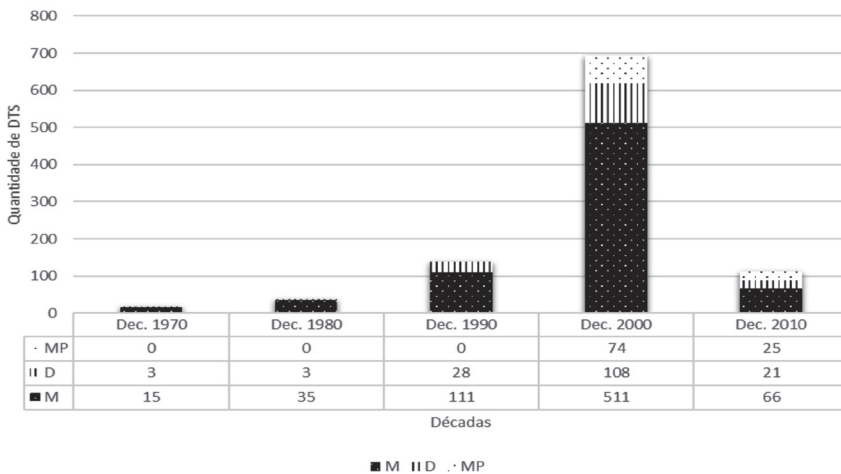


Figura 2. Distribuição das DT em Ensino de Biologia no Brasil (1972–2011) a cada década, considerando o descritor titulação

Fonte: A legenda M: Mestrado Acadêmico; D: Doutorado; MP: Mestrado Profissional. Elaborado pelo autor.

Na figura 2 é interessante também examinar a distribuição dos trabalhos conforme as modalidades de titulação. Notamos a crescente produção de dissertações de mestrado acadêmico (M) ao longo de todo o período. As teses de doutorado (D) são raras até o final dos anos 80, com apenas 6 estudos defendidos até 1990. Na década de 90 esse

número é 9 vezes maior que na década anterior. Já durante os anos 2000, ultrapassa a marca de uma centena. De todo modo, as teses de doutorado correspondem a algo próximo a 16 % da produção analisada. As dissertações de mestrado profissional (MP) aparecem somente nos últimos seis anos,⁹ com 99 trabalhos até 2011. Considerando-se todo o período, totalizam quase 10 % dos trabalhos identificados. Porém, se focalizarmos os últimos 6 anos apurados, já que a primeira dissertação de MP aparece somente em 2006, poderíamos dizer que esse percentual atinge 17,6 %, indicando tendência de aumento da produção nessa modalidade de pós-graduação.

Em nossa avaliação, podemos vislumbrar que os mestrados profissionais vão impulsionar a área, dado um aumento significativo do número de cursos dentro dessa modalidade. Na esteira desse processo, na área de Ensino (CAPES), até maio de 2016 encontrávamos 162 cursos de pós-graduação: 58 de mestrado acadêmico, 31 de doutorado e 73 de mestrado profissional. Atualmente a maioria dos cursos na referida área é constituída de MP (45 %). Na área de Educação, que até o início da década de 2010 não admitia a presença dos cursos de MP, encontramos¹⁰ 42 cursos de MP (17 %), 128 de mestrado acadêmico e 74 de doutorado.

Interessante será acompanhar os reflexos desse movimento nos próximos anos, assim como o impacto dos trabalhos realizados nesses cursos em termos de geração de conhecimentos e de formação docente. Há poucas informações sobre os MP, tanto para o campo de pesquisa, quanto para a qualidade da formação de professores e dos processos de ensino e aprendizagem na área. Daí a necessidade de realizarmos estudos mais aprofundados a esse respeito, na tentativa de acumularmos dados empíricos para abastecer as reflexões sobre esse fenômeno dentro da área educacional e, em particular, na área de EC.

9. Os mestrados profissionais foram instituídos no país em 1995, via Portaria CAPES n. 47, regulamentada pela Portaria n. 80/1998, na qual o Ministério da Educação “chama para si a responsabilidade relacionada à regulamentação e à oferta desses cursos. A proposta de flexibilização do modelo de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em nível de mestrado (acadêmico e profissional) foi pautada na necessidade de uma formação universitária que atendesse as demandas sociais, considerando que as mudanças tecnológicas e as correntes de transformações econômico-sociais necessitam de profissionais com perfis de especialização distintos” dos tradicionalmente existentes até aquele momento (Chisté, 2016, p. 790).

10. Conferir informações em: <<http://www.capes.gov.br/cursos-recomendados>>. Acesso: maio 2016.

Com efeito, a nosso juízo, faltam estudos de levantamento voltados para analisar características e tendências das dissertações e outros trabalhos produzidos dentro dos MP. Vale também refletir sobre as demandas que atingem atualmente a pós-graduação na área educacional. É certo que a formação de professores para o ensino superior e a capacitação de técnicos atuantes na gestão governamental para questões educacionais foram metas previstas para a pós-graduação (Neto, 1999; Macedo e Sousa, 2010); depois passamos a valorizar com mais intensidade a formação de pesquisadores e a produção de conhecimento. Nos últimos anos, estamos diante de um modelo que mescla essas prioridades, assumindo a pesquisa e a produção de conhecimentos educacionais de modo articulado ou integrado à formação de professores e demais profissionais da educação

Quanto à distribuição geográfica, permanece a forte concentração nas regiões Sul e Sudeste, que juntas perfazem 78,5 % das DT examinadas. O Sudeste aglutina a maior parte dos trabalhos, totalizando 54,7 %. Encontramos trabalhos em 22 unidades federativas, incluindo o Distrito Federal. Entretanto, em estados como Tocantins, Acre e Maranhão não identificamos DT em Ensino de Biologia. Outros como Alagoas, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Sergipe, Piauí, Rondônia e Paraíba possuem produção muito pequena e ocasional. Os estados em que a produção é, numericamente, mais significativa são: São Paulo: 338 trabalhos; Rio de Janeiro: 126; Rio Grande do Sul: 96; Minas Gerais: 82; Santa Catarina: 72; Paraná: 70; Pernambuco: 41; Bahia: 41.

O mapa apresentado na sequência (figura 3) ilustra a distribuição das 1000 DT em Ensino de Biologia em percentuais pelas regiões brasileiras.

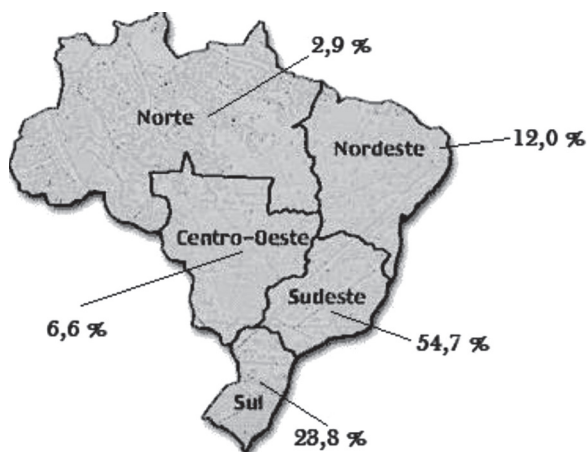


Figura 3. Distribuição da produção de Dr em Ensino de Biologia por região brasileira (1972–2011)

Fonte: elaborado pelo autor.

A centralização da produção acadêmica no eixo Sul-Sudeste é tendência também detectada para todo o conjunto das pesquisas educacionais, caracterizando situação que reflete a desigualdade na distribuição do conjunto de programas de pós-graduação nas diferentes áreas, bem como reflete a própria desigualdade social e econômica entre as várias regiões brasileiras.

Segundo o CNPQ,¹¹ por motivos relacionados à própria história do país, as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste sofrem defasagem em termos de número de pesquisadores e no desenvolvimento da pós-graduação das universidades locais em relação às demais do país.

Estudos como os apresentados por Gatti (1983), Campos e Fávero (1994), Lüdke (2006), em diferentes levantamentos a respeito da situação da pesquisa educacional brasileira, salientam que uma das características históricas da produção de pesquisas em educação é, justamente, sua distribuição desigual no território brasileiro, acompanhando a desigualdade do desenvolvimento econômico entre as várias regiões. Na área estudada essa situação se mantém, conforme mostram trabalhos de Neto (1999), Lemgruber (1999), Teixeira (2008), Salem (2012) e Neto (2014). Entretanto, a comparação desses dados com aqueles apresentados anteriormente em nossas pesquisas,

11. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

permitiu-nos encontrar discretas modificações (Teixeira, 2008; 2012; Teixeira e Oliveira, 2013).

A próxima figura dará a ideia desse movimento em perspectiva diacrônica. Nota-se, ao observarmos a Figura 4, que o eixo Sul-Sudeste concentrava 85 % da produção até 2004; atualmente concentra algo em torno de 78 %. Na região Sul, a produção tem ficado estável, em torno dos 23 %. Em relação às regiões Nordeste, Centro-Oeste e Norte, temos um quadro de aumento paulatino de sua representatividade. Essas regiões juntas perfaziam 15 % das DT até 2004; passaram a 17,1 % até 2006; e agora chegam a 21,5 % (até 2011). Nossa hipótese para explicar essa dinâmica é que estamos assistindo a um moderado movimento de descentralização da pesquisa na área, reflexo de políticas públicas dos últimos anos, voltadas para a criação de IES nas regiões supracitadas e também para diminuição das assimetrias entre diversas regiões brasileiras no que diz respeito ao financiamento para pesquisas e geração de programas de mestrado e doutorado nas instituições do Norte, Nordeste e Centro-Oeste. De fato, isso vem contribuindo para aumentar a representatividade dessas regiões no campo das pesquisas em Ensino de Biologia, com destaque para as instituições de Pernambuco e da Bahia, além de outros programas criados na Amazônia, Pará e Ceará.

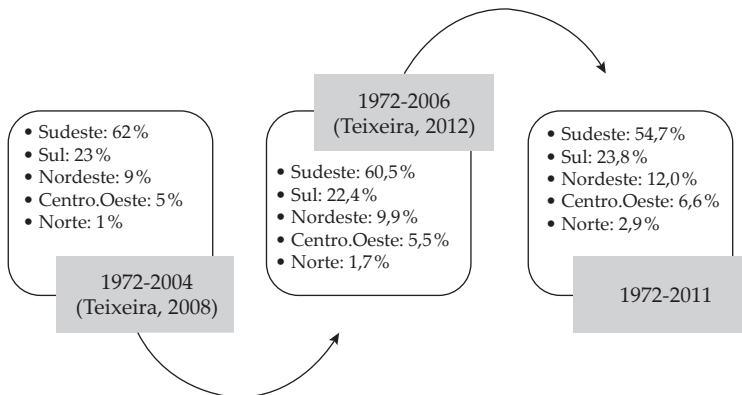


Figura 4. Dinâmica de distribuição regional das DT em três diferentes momentos caracterizados por trabalhos relativos ao mapeamento da produção acadêmica em Ensino de Biologia

Fonte: elaborado pelo autor.

Detectamos trabalhos em 89 diferentes IES. A produção se desenvolve predominantemente nas instituições públicas: são 788 defesas, das quais 304 se referem às instituições estaduais, 476 a federais e, por fim, oito trabalhos relativos a apenas uma instituição municipal.¹² Dentre as IES estaduais há predomínio das localizadas em São Paulo, concentrando 236 trabalhos em relação à totalidade dos 1.000 documentos (USP: 102; UNESP: 82; UNICAMP: 52). Dentre as IES federais, se destacam a UFSC (58), a UFRJ (42), a UFBA (36), a FIOCRUZ-RJ (34) e a UFRPE (28). Assim, os trabalhos defendidos em instituições públicas equivalem a 79 % da produção total; os 21 % restantes comparecem em universidades privadas (212 documentos), destacando-se as instituições do sistema PUC (Pontifícia Universidade Católica), a exemplo da PUC-MG, PUC-RS e PUC-SP. Os dados quantitativos relativos à distribuição das DT por natureza institucional são ilustrados na figura 5.

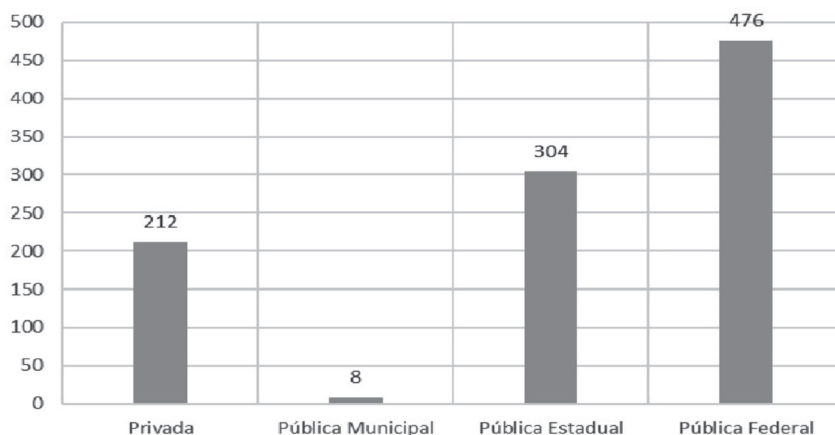


Figura 5. Gráfico da distribuição das DT em Ensino de Biologia segundo a natureza institucional (1972-2011)

Fonte: elaborado pelo autor.

Considerando os dados disponíveis na série histórica examinada (figura 5), é inevitável constatar a predominância das instituições públicas, constituindo o ambiente privilegiado para formação de recursos humanos e a produção de conhecimentos no setor aqui analisado.

12. Trata-se da Fundação Universidade Regional de Blumenau (FURB), estado de Santa Catarina.

Quanto às áreas de conhecimento da pós-graduação responsável pela produção escrutinada, temos as seguintes informações: os programas específicos de Educação em Ciências se converteram nos polos concentradores de estudos na subárea estudada. Eles são responsáveis por 443 documentos (44,3 %), esta é sem dúvida uma tendência emergente, já que, há pouco tempo, as DT em Ensino de Biologia tinham nos programas da área de Educação seus principais lócus de produção. De fato, institutos, faculdades e centros de educação exerceram e ainda exercem relevante papel na produção de trabalhos em Ensino de Biologia, concentrando 41,2 % (412 documentos) da produção detectada até 2011. Como já explicitamos em publicações anteriores (Teixeira y Neto, 2011; 2012) o papel dos centros de educação é destacado pelos próprios pesquisadores no processo histórico de formação da área de EC, posto que apoiaram a formação de mestres e doutores, inclusive quando pensamos nos primeiros pesquisadores militantes na área, que, “impossibilitados de se capacitarem nos institutos de origem, por supostas incoerências de objetos de estudo, recorreram e ainda recorrem às Faculdades de Educação para cursar seus mestrados e/ou doutorados sobre o ensino das Ciências” (Nardi, 2007, p. 373).

Os programas localizados na área de Ciências Biológicas contabilizam 44 DT (4,4 %). Além disso, encontramos trabalhos em diversas outras áreas, como, por exemplo: Engenharia de Produção, Letras/Linguística, Química Biológica/Bioquímica, Biotecnologia, Educação Tecnológica, Ciências da Saúde e Saúde Pública, Psicologia, Sexologia, Ciências Ambientais, Educação Matemática, Ciências da Religião, entre outras.

Um detalhe sobre a diversificação da pós-graduação mencionada anteriormente tem relação com as inúmeras modalidades de programas geradores de trabalhos em Ensino de Biologia. Se antes era imperioso mencionar as áreas de Educação e Ensino de Ciências e Matemática, atualmente temos uma área de Ensino, localizada na grande área Multidisciplinar da CAPES, além da própria área de Educação, que comportam, em conjunto, também programas de educação tecnológica, educação ambiental, educação em saúde, ensino na educação básica, todos estes, potenciais geradores de novos trabalhos na subárea de Ensino de Biologia.

Uma pergunta formulada no início do trabalho pode ter sua resposta agora esboçada: temos programas de pós-graduação, orientadores e grupos consolidados na produção de conhecimento e na formação de pesquisadores nessa subárea?

Para tentar responder a essas questões, cruzamos os dados sobre os orientadores com as informações sobre as principais IES produtoras de trabalhos. Em termos numéricos, os principais centros produtores de DT em Ensino de Biologia são os seguintes: USP (102 documentos); UNESP (82); UFSC (58); UNICAMP (52); UFRJ (42); PUC-MG (39); UFBA (36); FIOCRUZ-RJ (34); PUC-RS (31); UNB (31).

Todavia, é preciso olhar para tais dados elevar em consideração que, para parte das instituições citadas temos vários campi, unidades e programas de pós-graduação. Assim, quando mencionamos a USP, o ponto de destaque é a Faculdade de Educação, mas também temos alguns trabalhos oriundos do Instituto de Biociências e de outras unidades. Quando citamos a UNESP, o papel de destaque deve ser atribuído ao Programa de Educação para a Ciência, localizado na cidade de Bauru/SP. Quando aparece a UFSC, vale mencionar o papel do Centro de Educação e, posteriormente, o Programa em Educação Científica e Tecnológica. Já para a UNICAMP, temos trabalhos produzidos na Faculdade de Educação e no Instituto de Biologia.

Sem dúvida, estes quatro casos, junto com as outras instituições listadas acima, constituem os principais núcleos e/ou grupos produtores na subárea investigada, tanto do ponto de vista quantitativo, como também, quando pensamos na história de implantação das pesquisas na formação de pesquisadores que hoje constituem quadros fundamentais relativos a essa subárea.

Percebemos, por meio das informações obtidas sobre os orientadores, a sinalização para algum nível de dispersão ou isolamento, em função da grande quantidade de orientadores vinculados a um, dois ou três trabalhos ($\approx 90\%$), muitos dos quais distribuídos em grandes intervalos de tempo. Porém, isso não significa a ausência de nomes de referência para a área. Identificamos a presença de pesquisadores que desde os anos 1970, estão vinculados à pesquisa em Ensino de Biologia. Outros defenderam seus trabalhos de doutorado nos anos 1980-90, passando a atuar como orientadores e exercendo, a partir de então, fundamental papel na consolidação de programas de pós-graduação e linhas de pesquisa, como também para a formação de

novos pesquisadores que passaram a integrar essa subárea (Teixeira e Neto, 2012). Há também orientadores com 5, 6 e até mais orientações concluídas, que podem estar em processo de consolidação de seu trabalho visando à formação de grupos de pesquisa dentro da subárea. Na tabela apresentada na sequência listamos orientadores vinculados a pelo menos uma dezena de trabalhos defendidos no período examinado na pesquisa.

Tabela 1. Principais orientadores em Ensino de Biologia, em termos quantitativos, no período de 1972 a 2011

Orientadores	Instituição	Quantidade (DT)
Charbel Niño El-Hani	IB-UFBA	18
Myriam Krasilchik	FEUSP	15
Silvia L. F. Trivelato	FEUSP	15
Nelio M. V. Bizzo	FEUSP	14
Ana Maria A. Caldeira	UNESP-BRU	12
Maria Helena S. Carneiro	UNB	12
Regina Maria R. Borges	PUC-RS	12
Luzia Marta Bellini	UEM	11
Sandra L. EscovedoSelles	FE-UFF	11
TOTAL	---	120

Fonte: elaborado pelo autor.

Considerando os 40 anos de produção acadêmica em Ensino de Biologia, ao examinar a tabela parece haver um pequeno número de orientadores fortemente vinculados à subárea. Porém, essa afirmação tem que ser analisada com cuidado. A nosso ver, isso não é um problema, já que não podemos esquecer que a área de EC é interdisciplinar e multifacetada. Boa parte de nossos pesquisadores tomam objetos de pesquisa mais amplos do que o escopo específico referente ao Ensino de Biologia, envolvendo questões como a Formação de Professores, História e Filosofia da Ciência, Currículo, Ensino-Aprendizagem etc. De qualquer forma, o grande número de sujeitos que denotam que a orientação de trabalhos em Ensino de Biologia é pontual não deixa de ser um dado preocupante. Em verdade, quando examinamos a área em sentido mais amplo, focalizando a relação dos pesquisadores (orientadores) com suas respectivas linhas de pesquisa, por vezes nos deparamos com informações indicadoras

da falta de coerência e dispersão de linhas, programas de pesquisa e referenciais teórico-metodológicos (Barros, 2002; Moreira, 2004; Salem, 2012). Certamente, este é um aspecto que os pesquisadores, os programas de pós-graduação e a Área, como um todo, deveriam avaliar, procurando estratégias para minimizar esse problema.

Em síntese, o quadro encontrado para a análise de instituições e orientadores corrobora o argumento formulado por Neto (2007), ao analisar a presença de instituições de tradição em pesquisa e sinalizar para a existência de “centros já consolidados e de ampla produção de pesquisa na área, convivendo com instituições cuja produção – pequena e ocasional – não denota a existência de grupos de pesquisa consolidados ou com interesse regular na área” (p. 346).

Tendências Temáticas e Metodológicas

Contexto de Aplicação dos Estudos Acadêmicos

Quanto ao contexto de desenvolvimento dos trabalhos analisados no período 1972-2011, isto é, considerando as faixas de escolarização focalizadas pelos pesquisadores nos estudos a respeito do Ensino de Biologia, gostaríamos de salientar a concentração de trabalhos dedicados ao Ensino Médio e à Educação Superior, pois, no período focalizado, praticamente 70 % das DT se referem a estudos centrados nesses dois níveis de escolarização. A tabela fixada na sequência traz mais informações relativas à distribuição dos trabalhos segundo o descritor “nível de ensino”.

Tabela 2. Distribuição das 1000 DT - Ensino de Biologia conforme nível de ensino investigado a cada década no período 1972-2011

Nível de Ensino	EI	EF	EM	EF/EM	ES	EF/ES	EM/ES	G	O+NI	EJA
1972-1980	0	1	7	0	9	1	0	0	0	0
1981-1990	0	7	8	3	16	0	1	2	1	0
1991-2000	0	25	37	18	40	0	6	11	2	0
2001-2010	3	99	245	43	203	4	37	42	2	15
2011	1	15	42	5	36	1	5	4	0	3
TOTAIS	4	147	339	69	304	6	49	59	5	18

Nota: As siglas: EI: Educação Infantil; EF: Ensino Fundamental; EM: Ensino Médio; ES: Educação Superior; G: Geral; O+NI: Outro + Nível Não-Identificado; EJA: Educação de Jovens e Adultos.

Fonte: elaborado pelo autor.

Em relação a trabalhos associados ao Ensino Médio (EM), foram encontrados 339 (33,9 %) documentos abordando isoladamente nesse nível escolar e 457 quando associamos a essa cifra inicial os estudos tratando do Ensino Médio em conjunto com outros níveis (EF/EM; EM/ES). Isso significa que um percentual em torno de 45 % dos trabalhos está vinculado ao contexto da escola de ensino médio, onde a disciplina escolar Biologia se faz presente tradicionalmente nos currículos escolares do país (Krasilchik, 1986; Selles e Ferreira, 2005). Neste sentido, é bom lembrar que o ensino médio é *locus* principal de atuação dos profissionais das Ciências Biológicas, parte dos quais, acaba investindo esforços no aprimoramento de sua formação acadêmica e professoral através de cursos de mestrado e doutorado. A produção dedicada a esse nível de ensino se intensificou na década de 1990, recebendo um forte incremento dadas as relações do Ensino de Biologia com temáticas ligadas ao avanço das Ciências Biológicas, particularmente quando pensamos nas biotecnologias, questões ambientais e discussões sobre educação em saúde, Biologia Evolutiva, questões éticas (bioéticas), além de outras vinculadas à tríade Ciência, Tecnologia, Sociedade (CTS), atraindo pesquisadores interessados no impacto dessas questões no contexto das aulas.

No que concerne à Educação Superior, os trabalhos voltados para problemáticas especificamente ligadas a esse segmento de ensino perfazem 304 documentos (30,4 %). Quando adicionamos a esse número, os documentos que tratam da Educação Superior em conjunto com outros níveis (EF/ES; EM/S), totalizamos 359 DT, ou seja, aproximadamente 36 % dos trabalhos examinados. Consideramos que o significativo número de estudos focalizados no nível superior de ensino ocorre em função de pelo menos duas situações. O desenvolvimento inicial da pós-graduação no país é uma delas, já que esteve ligado à expansão das vagas na universidade, aos investimentos na formação dos quadros docentes das instituições de educação superior e às exigências de titulação acadêmica para ingresso ou ascensão na carreira do magistério superior (Neto, 1999; Kuenzer e Moraes, 2005). Daí a tendência dos pós-graduandos da época (décadas de 1970/80), em focalizar as investigações nos aspectos relacionados à Educação Superior, posto que eram poucos os mestrandos e doutorandos a acumular experiências e contato com a escola básica (Teixeira, 2008). Devemos notar que ao observar a tabela 2, o nível de ensino que concentra a maior quantidade de trabalhos nas décadas de 1970 e 1980 é

justamente a Educação Superior. A segunda situação está ligada às temáticas de estudo predominantes ao longo dos 40 anos, abarcados pelo presente estudo. Há intenso interesse nas questões relacionadas à formação de professores e à análise de aspectos associados aos cursos de formação (currículos, licenciandos, egressos, estágio, prática de ensino), problemáticas de investigação fortemente ligadas à Educação Superior.

Outra característica que se mantém no decurso do tempo é a quantidade menor de trabalhos dedicados ao Ensino Fundamental (EF), que em seu conjunto, totalizam 22 % das DT. Tal fenômeno pode ser explicado, posto que, nesse nível de ensino, a Biologia está diluída nos conteúdos de Ciências Naturais (Krasilchik, 2004; Scarpa e Silva, 2013). Encontramos apenas 19 trabalhos que tomam como objeto de estudo as problemáticas relativas aos anos iniciais do Ensino Fundamental (1º - 5º ano). De fato, os estudos que analisam problemáticas relativas ao Ensino Fundamental tendem a focalizar preferencialmente os anos finais dessa faixa de escolarização (5ª - 8ª séries ou, atualmente, 6º-9º ano), em que a presença dos conteúdos de Ciências Biológicas é mais intensa, sobretudo nas escolas que adotam a tradicional estrutura curricular para o ensino, com ênfase no estudo dos ‘seres vivos’, ‘meio ambiente’ e ‘corpo humano’. Assim, dos 222 trabalhos relacionados de alguma forma ao ensino fundamental, 172 (77,4 %) são associados às investigações focalizando os anos finais desse segmento de escolarização.

A baixa incidência de trabalhos vinculados à Educação Infantil (apenas 4 DT identificadas), aos anos iniciais do ensino fundamental e à Educação de Jovens e Adultos (19 DT), em contraponto ao número de estudos dedicados ao Ensino Médio e Educação Superior, estampa uma lacuna a ser preenchida por estudos futuros, ou seja, precisamos dar mais atenção ao ensino de Biologia que acontece no contexto dos primeiros anos de escolarização de nossos estudantes. A educação infantil e os anos iniciais da escola fundamental são de suma importância para a “futura formação científica do sujeito, na qual as crianças dão seus primeiros passos na educação científica escolar” (Neto, 2014, p. 122). Analogamente, é preciso lembrar que, muitas vezes, o contexto da Educação de Jovens e Adultos (EJA) representa o único espaço de inserção de jovens e adultos na cultura científica. Assim,

é urgente reverter essa reduzida atenção que está sendo dispensada a essas faixas de escolarização.

Linhas de Investigação

Na tentativa de retratar mais adequadamente a diversidade de linhas temáticas dos estudos na área de Educação em Ciências, procuramos fundir os descritores para focos temáticos utilizados em nossas pesquisas anteriores (Teixeira, 2008; Teixeira e Neto, 2012), com as linhas temáticas propostas para um dos eventos mais importantes da área no Brasil, o *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* em sua 10ª edição (X ENPEC). Com efeito, o resultado dessa fusão gerou um conjunto de categorias preliminares, ainda em construção, sujeitas a ajustes e adequações, mas que podem ser úteis no sentido de compreendermos a diversidade de linhas de investigação que a área tem produzido nos últimos anos. Como consequência deste processo de hibridização de categorias, o número de focos temáticos subiu para 17, de tal sorte que, com isso, embora possamos ter zonas de sobreposição e redundância entre certas categorias, assim como uma maior pulverização na classificação para as linhas temáticas, ganhamos em abrangência e na capacidade de percepção da pluralidade das problemáticas de pesquisa que caracteriza a pesquisa nas últimas décadas. Na sequência, apresentamos o descritivo de cada uma delas, para, em seguida, trazer os resultados da análise realizada.

Quadro 1. Descrição: focos temáticos empregados na classificação das Dissertações e Teses em Ensino de Biologia

-
1. **Ensino e Aprendizagem (E-A):** analisam aspectos cognitivos, sociais e afetivos envolvidos no ensino e aprendizagem de conceitos científicos em diferentes faixas de ensino; ambientes de aprendizagem; aprendizagem colaborativa; modelos e modelagem na Educação em Ciências/Biologia; ensino por investigação e/ou experimentação. Análise de dinâmicas para trabalhos em grupo (exemplos: rodas de conversa, debates, rodas de ciência, dramatização etc.), sequências didáticas, unidades de ensino, atividades práticas etc. Parte dos estudos descrevem como determinados conteúdos são ministrados nas aulas; examinam também, a relação conteúdo-método, com foco nos processos de ensino-aprendizagem a envolver o conhecimento científico veiculado na escola e a forma como este conhecimento é difundido por meio de métodos e estratégias de ensino. Descrição e análise a respeito da aplicação de métodos e estratégias no ensino, como instrução programada, módulos personalizados de ensino, *courseware*,¹³ dramatização, unidades didáticas, entre outros, de forma isolada ou comparativa. Trabalhos que propõem métodos alternativos ou que descrevem e avaliam práticas pedagógicas e as metodologias de ensino nelas empregadas.

 2. **Formação de Professores (FP):** preocupam-se com a formação inicial de professores para o ensino na área, no âmbito da Licenciatura em Ciências Biológicas ou correlatas, da Pedagogia ou do curso Normal de Ensino Médio. Estudos de avaliação ou propostas de reformulação de cursos de formação inicial. Estudos voltados para a formação continuada, permanente e formação no exercício da docência de professores de Ciências Biológicas, envolvendo propostas e/ou avaliação de programas de aperfeiçoamento, atualização, capacitação, treinamento ou especialização de professores. Descrição e avaliação da prática pedagógica e outros aspectos de interesse nos processos de formação inicial e continuada. Análise de programas e políticas de formação inicial e continuada; avaliação de modelos e práticas de formação de professores para diferentes níveis e modalidades de ensino. Estudos sobre a formação e o desenvolvimento profissional de professores e/ou das relações entre pesquisa e formação de professores.

 3. **Características dos Professores (CP):** examinam concepções, representações e saberes docentes; estabelecem diagnóstico das condições profissionais e de trabalho dos professores; identificam e analisam o perfil sociográfico do professor, sua estrutura intelectual, seu conhecimento “alternativo”, suas concepções sobre Ciência, em especial, a Biologia e seus conceitos centrais, métodos de produção científica, educação, ensino-aprendizagem, ambiente, saúde, sexualidade etc. Descrevem e analisam a prática pedagógica de professores, explicitando suas idiosincrasias e concepções relativas ao processo educacional.

13. É um software criado para os processos educacionais o de ensino.

-
4. **Características dos Alunos (CA):** traçam o diagnóstico das condições socioeconômicas e culturais dos estudantes e suas implicações no desempenho escolar ou aprendizagem em Ciências/Biologia. Também trabalham na identificação e análise dos conhecimentos prévios e conhecimentos “alternativos” dos alunos (representações, ideias, noções, percepções etc.) sobre conceitos e processos diversos, de sua estrutura intelectual, modelos de pensamento ou de suas concepções sobre ciência, métodos de produção científica, ambiente, saúde, sexualidade etc. Estudos das atitudes e características de um aluno ou grupo de alunos no contexto dos processos de ensino-aprendizagem.
-
5. **Formação de Conceitos (FC):** dedicados à descrição e análise do desenvolvimento de conceitos científicos no pensamento de alunos e/ou professores, implicando processos de mudança, evolução ou perfil conceitual. Comparação de modelos de pensamento com modelos conceituais presentes na História da Ciência. Estudos sobre as relações entre a estrutura conceitual e/ou representações de estudantes e professores e os processos de ensino-aprendizagem de conceitos científicos em contextos formais ou não-formais de ensino. Relação entre modelos de pensamento de estudantes e sua faixa etária e/ou nível de escolaridade. Também, incluem a análise de propostas dedicadas a modificar conhecimentos de estudantes e/ou docentes ao longo de um processo didático.
-
6. **História, Filosofia e Sociologia da Ciência (HFS):** centrados nas questões particulares ou nas integradas ao campo da História, Filosofia e/ou Sociologia da Ciência e suas relações com a Educação em Ciências. Destacam-se os estudos sobre Natureza da Ciência, sobre Epistemologia da Ciência ou sobre a Sociologia do Conhecimento Científico. Estudos de revisão bibliográfica em fontes primárias e secundárias que resgatam acontecimentos, fatos, debates, conflitos e circunstâncias da produção científica em determinada época do passado remoto, e as articulações entre eles. Necessariamente, devem explicitar alguma relação com o ensino na área de Ciências/Biologia, como fundamentação de currículos, programas de formação de professores, concepções alternativas dos estudantes e outras implicações para os processos de ensino e aprendizagem. Aspectos relativos à Filosofia e/ou Epistemologia da Ciência, tais como: concepção de ciência, de cientista, de método científico; formulação e desenvolvimento de teorias científicas, paradigmas e modelos científicos.
-
7. **Educação em Espaços Não-formais e Divulgação Científica (EENF):** descrevem aspectos relacionados à história, políticas e práticas de divulgação científica e suas relações com a FC e o Ensino de Biologia; as relações entre comunicação pública da ciência e educação; educação em museus e centros de ciências; feiras e exposições de Ciências. Estudos focalizados também na organização de instituições não escolares ou não formais de ensino, tais como: Organizações Não-Governamentais (ONG); Secretarias de Meio-Ambiente, de Saúde, de Cultura; Museus/Centros de Ciências, Clubes de Ciências, Mostras ou Exposições Científicas. Situam-se também nesta linha programas de ensino com atividades extracurriculares para alunos, efetuados em espaços não-formais de ensino (Museus de Ciências, por exemplo).
-

-
8. **Recursos Didáticos (RD):** avaliam materiais ou recursos didáticos no ensino de Ciências e Biologia, tais como textos de leitura, livros didáticos, materiais de laboratório, modelos anatômicos, filmes, documentários, fotografias, computadores, internet e demais recursos digitais, jogos, brinquedos, mapas conceituais, entre outros. Trabalhos que propõem, aplicam e avaliam novos materiais didáticos, *kits* experimentais, *softwares* e demais objetos virtuais de aprendizagem ou outros recursos e meios instrucionais em situações de ensino. Trabalhos dedicados à proposição e/ou análise do emprego de tecnologias da informação e comunicação no ensino, em particular no ensino de Biologia: desenho e avaliação do uso de recursos e ambientes mediados por tecnologias para o ensino; materiais multimídia e hipermissão; recursos audiovisuais e educação a distância. Por fim, temos também trabalhos que lidam com recursos pedagógicos que podem ser úteis na formação e prática pedagógica dos professores.
-
9. **Educação Ambiental (AMB):** focalizam as relações entre Educação Ambiental e Educação em Ciências; educação para o desenvolvimento sustentável; educação para a sustentabilidade. Devem apresentar conexões com questões associadas ao Ensino de Ciências/Biologia.
-
10. **Educação em Saúde (E-S):** no contexto do Ensino de Ciências/Biologia são estudos centrados na análise das relações entre Educação e Saúde; educação popular em saúde, promoção da saúde no ambiente das aulas de Ciências e Biologia, formação dos professores para o trabalho com assuntos ligados às questões de saúde etc.
-
11. **Linguagens e Discurso (L&D):** focalizam a análise de abordagens discursivas, argumentação, interações discursivas, leitura e escrita no ensino de Ciências/Biologia.
-
12. **Alfabetização Científica e Tecnológica, abordagens CTS e CTSA (CTS):** estudo das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, envolvendo questões sociocientíficas, temas controversos, letramento científico; aplicações do Movimento CTS (enfoques e abordagens CTS) em contextos de ensino-aprendizagem (recursos didáticos, oficinas, sequências didáticas, unidades de ensino etc.).
-
13. **Questões Curriculares, Programas e Projetos (CUR):** focalizados no desenvolvimento curricular e nas políticas de currículo; conhecimento escolar; história das disciplinas; reformas curriculares, suas implementações e avaliações; inovação educacional; currículo e cultura. Fundamentos para currículo. Estudos dos princípios, parâmetros, diretrizes e fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de Ciências/Biologia, contemplando os diversos elementos convencionalmente atribuídos ao desenho curricular: objetivos educacionais, conteúdos, estratégias, avaliação etc. Discussão do papel da escola e da universidade, das relações entre ciência e sociedade, e outros aspectos do sistema educacional. Avaliação de propostas curriculares, reformas curriculares, projetos pedagógicos ou projetos educacionais. Proposição e desenvolvimento de programas e propostas alternativas de ensino para um ano escolar, disciplina, semestre letivo ou ciclo escolar completo. Pesquisas de caráter histórico sobre mudanças curriculares ocorridas de forma global no ensino de Ciências/Biologia, ou sobre modificações a respeito de aspectos mais particulares (materiais didáticos, currículos, legislação, formação de professor etc.), abrangendo determinada época do passado próximo ou remoto.
-
14. **Avaliação (AVA):** preocupam-se com aspectos teóricos e metodológicos da avaliação; abordagens e práticas de avaliação em programas e processos de ensino-aprendizagem; indicadores de desempenho e avaliação; avaliação de sistemas; estudos comparativos internacionais.
-

-
15. **Diversidade e Educação Inclusiva (D&I):** relações entre ensino de Ciências/Biologia e temas tais como inclusão, gênero, raça, etnia, classe, educação indígena e de demais grupos sociais específicos, políticas de ações afirmativas etc.
-
16. **Pesquisa e Produção Científica (PPC):** considerações epistemológicas sobre a natureza da pesquisa; referenciais teóricos da pesquisa em EC; reflexões acerca de metodologias e métodos de pesquisa, estudos do tipo estado da arte e outras modalidades de estudos de levantamento e análise da produção acadêmica e científica na área; Educação em Ciências como campo científico e seu desenvolvimento.
-
17. **Organização do Espaço Escolar (OEE):** diagnóstico das características de instituições escolares da educação básica ou superior, abrangendo questões e situações relativas à gestão escolar nos seus aspectos político-administrativo, pedagógico, funcional, físico, entre outros. Pesquisas que analisam como a escola e a comunidade escolar se organizam para receber propostas inovadoras e/ou modificar estruturas de ensino-aprendizagem tradicionais, considerando o ensino de Ciências/Biologia. Estudos focalizando as relações entre os diversos segmentos escolares e da escola com a comunidade.
-

Fonte: adaptação (Teixeira, 2008; Neto, 1999; 10^o ENPEC).

A Figura 6, traz a distribuição das 1.000 DT conforme a classificação realizada para os focos temáticos. Além disso, esses trabalhos são apresentados conforme a sua distribuição por décadas. Com a observação do gráfico, verificamos a existência de seis focos de maior incidência de produção, isto é, áreas temáticas nas quais a maior parte dos trabalhos está concentrada ao longo dos 40 anos investigados. São elas: *Ensino-Aprendizagem* (19,6 %), *Recursos Didáticos* (16,2 %); *Características dos Professores* (11,9 %); *Formação de Professores* (11 %); *Características dos Alunos* (10,7 %); e *Questões Curriculares, Programas e Projetos* (9,7 %).

Essas áreas temáticas aglutinam 80 % da produção investigada. Portanto, é razoável argumentar que os pesquisadores selecionam como problemas prioritários temáticas ligadas às seis linhas acima mencionadas.

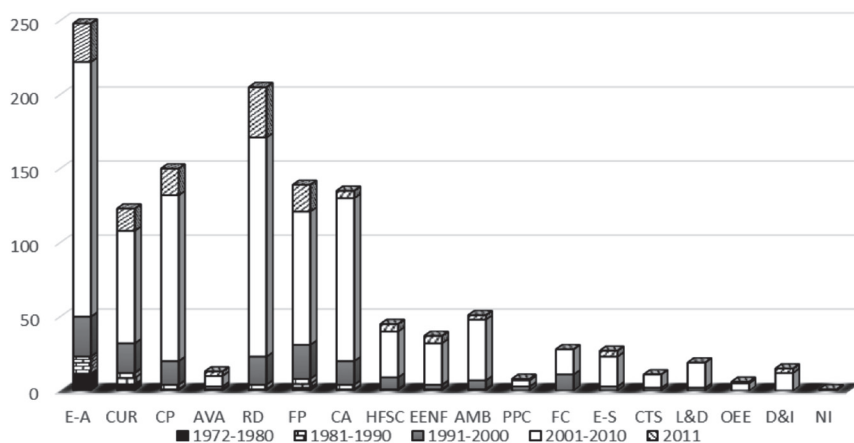


Figura 6. Gráfico da distribuição das DT conforme os focos temáticos no período examinado na pesquisa (1972-2011)

Fonte: elaborado pelo autor.

Legenda: EA: Ensino-Aprendizagem; CUR: Questões Curriculares, Programas e Projetos; CP: Características dos Professores; AVA: Avaliação; RD: Recursos Didáticos; FP: Formação de Professores; CA: Características dos Alunos; HFSC: História, Filosofia, Sociologia da Ciência; EENF: Educação em Espaços não Escolarizados; AMB: Educação Ambiental; PPC: Pesquisa e Produção Científica; FC: Formação de Conceitos; E-S: Educação em Saúde; L&D: Linguagem e Discurso; OEE: Organização do Espaço Escolar; D&I: Diversidade e Educação Inclusiva; NI: Foco Temático não-identificado.

**

Complementarmente, o comparativo dos dados agora explicitados com aqueles encontrados em outros estudos apresentados anteriormente (Teixeira, 2008; Teixeira e Neto, 2012; Teixeira, 2012) torna possível salientar alguns aspectos interessantes. É útil para isso a visualização das informações contidas na figura 6, examinadas em conjunto com os dados complementares explicitados na tabela 3.

Tabela 3. *Evolução dos percentuais de trabalhos nas seis linhas temáticas principais da produção acadêmica em Ensino de Biologia (1972-2011)*

Focos Temáticos	1972-2004	1972-2006	1972-2011
Ensino-Aprendizagem (E-A)	18,4 %	21,1 %	19,6 %
Recursos Didáticos (RD)	12,0 %	15,6 %	16,2 %
Características dos Professores (CP)	14,2 %	14,3 %	11,9 %
Formação de Professores (FP)	17,1 %	16,0 %	11,0 %
Características dos Alunos (CA)	13,0 %	14,1 %	10,7 %
Questões Curriculares (CUR)	14,2 %	12,9 %	9,7 %
Totalização	88,9 %	94,0 %	79,1 %

Fonte: elaborado pelo autor.

O primeiro destaque refere-se à queda do percentual conjunto dessas seis categorias no último quinquênio. Se antes essas seis linhas concentravam de 89 a 94 % da produção acadêmica, agora, representam algo próximo a 79 % (tabela 3).

Outro ponto está relacionado ao aumento dos trabalhos dedicados à linha temática “Recursos Didáticos”, conforme mostra a Tabela 3, o único dos seis focos principais que teve seu percentual aumentado no período 2006-2011.

A figura 6 evidencia claramente linhas consolidadas de investigação que são objeto de atenção desde os primeiros momentos, sendo mantidas no intervalo de tempo sob análise (E-A; CUR; FP; CP; CA; RD), convivendo com linhas que emergiram mais tarde, mas que vêm se fortalecendo (HFSC; AVA; EENF; AMB; E-S), além de áreas relativamente recentes que passam a chamar significativa atenção dos autores (CTS; L&D; PPC; D&I). Por fim, temos linhas que recebem atualmente pouco interesse dos investigadores como: OEE; FC.

Entre os poucos estudos sobre pesquisa e produção científica (PPC), incluindo aqueles voltados para discussão de questões teóricas e metodológicas, predominam trabalhos de levantamento de estudos na área, como os chamados *Estado da Arte* em conjunto com os estudos de levantamento e revisão bibliográfica. O percentual de estudos dedicados à análise da organização dos espaços escolares (OEE) relacionadas ao ensino de Biologia, indica que essa é uma área de silêncio na produção investigada. Além disso, trabalhos que focalizam

problemáticas relacionadas às políticas públicas (educacionais) não apareceram no conjunto da produção investigada.

Voltando à tabela 3, a queda no percentual conjunto dos seis focos temáticos principais é, a nosso ver, reflexo da diversificação das temáticas de estudo na área. Com efeito, nos últimos 10 anos ganharam destaque progressivo diversas linhas de investigação que antes não reuniam número significativo de trabalhos. Entre elas destacamos: História e Filosofia da Ciência, Educação em Espaços não Formais, Educação Ambiental, Educação em Saúde, Linguagem e Discurso, Enfoques CTS, e, Diversidade e Inclusão. A emergência dessas linhas de investigação, algumas mais antigas, outras mais recentes, é reflexo do movimento da área, ao expandir e pluralizar sua agenda de interesse, atingindo outros horizontes, para além das temáticas tradicionais de pesquisa caracterizadoras da área nas décadas de 1980/1990.

O aumento de estudos dedicados ao foco temático “recursos didáticos”, é, a nosso ver, fenômeno associado; em primeiro lugar, ao pragmatismo que caracteriza parte significativa dos estudos acadêmicos nas áreas de Educação e Educação em Ciências (Mortimer, 2002; Miranda e Resende, 2006). Esse fenômeno se expressa também quando observamos que os dois focos temáticos com número mais expressivo de documentos identificados são justamente “Ensino e Aprendizagem” e “Recursos Didáticos” (figura 6). Também se associam às informações já explicitadas, a emergência e o crescimento dos mestrados profissionais, que se caracterizam igualmente por uma ênfase no desenvolvimento de processos de ensino-aprendizagem e de recursos e materiais didáticos a eles relacionados. Das 99 DT identificadas nos MP, 31 foram classificadas no referido foco temático, com trabalhos voltados para livros didáticos, paradidáticos, textos de divulgação científica, cartilhas, modelos, jogos didáticos, uso de imagens, filmes, vídeos, CD/DVD, recursos informáticos e novas tecnologias (blogs, ambientes virtuais de aprendizagem, animações etc.). Ademais, os focos temáticos E-A e RD somam 75 % das DT oriundas de MP. Também notamos que 79 % desses estudos estão vinculados a problemáticas relacionadas ao ensino básico, com destaque para o ensino médio (60 DT) e Ensino Fundamental — anos finais (20 DT).

Portanto, essas informações dão sustentação a outro aspecto que vale destacar quando examinamos as problemáticas investigadas

no conjunto da produção acadêmica analisada, qual seja, a forte “preocupação dos autores com a repercussão de suas pesquisas na sala de aula”. É visível a preocupação com a aplicabilidade dos resultados de pesquisa na realidade escolar, fato já observado também em outros trabalhos identificados na literatura (Mortimer, 2002; Salem, 2012). Salem (2012), por exemplo, aponta que uma das marcas características das pesquisas em EC, “presente em seu DNA”, como diz a autora, é a preocupação com os processos de Ensino-Aprendizagem e as múltiplas variáveis que interferem neste contexto. Em particular, o referido trabalho confirma essa tendência para as pesquisas em Ensino de Física. A situação é análoga para as pesquisas em Ensino de Biologia, dado sustentado pela identificação de grande quantidade de DT classificadas nos focos temáticos E-A e RD; pela significativa quantidade de trabalhos preocupados com as práticas pedagógicas (características dos professores), com a formação docente (formação de professores), com aspectos relacionados ao desenrolar do currículo nas salas de aula (questões curriculares) e também aquelas focalizadas em aspectos associados aos estudantes (características dos alunos). Assim, este trabalho, de certa forma corrobora a ideia formulada em outros estudos no sentido de apontar que uma das motivações para a pesquisa na área está associada a “uma demanda pelo aprimoramento do aprendizado do conhecimento científico” (Salem, 2012, p. 21).

Ainda em relação às linhas temáticas e problemas de estudo gostaríamos de destacar os seguintes aspectos:

- Entre os seis focos principais, os estudos dedicados à Formação de Professores, são aqueles que mais perderam espaço (tabela 3: de 17 % para 16 %; depois, de 16 % para 11 %). Em seu conjunto, tais estudos priorizam a dimensão da formação inicial; o número de estudos dedicados à formação continuada não ultrapassa 20 % do total de trabalhos na linha temática “Formação de Professores”;
- Formação Conceitual parece ser linha temática a aglutinar número cada vez menor de trabalhos, sobretudo se tomarmos os estudos iniciais da área, voltados para identificação das concepções alternativas dos alunos e para a ideia de problematizá-las e/ou reestruturá-las no sentido de aproximá-las do conhecimento científico. Atualmente, os poucos estudos dentro deste foco temático têm se preocupado com

questões que, por vezes, escapam da esfera estritamente conceitual, envolvendo aspectos relativos a concepções pedagógicas, filosóficas e epistemológicas. Aliás, essa tendência foi também observada por Lee, Wu e Tsai (2009), ao examinarem artigos do período 2003-2007 publicados nos três periódicos mais influentes da área de Educação em Ciências no mundo.¹⁴ Eles detectaram mudanças nos tópicos de pesquisa de mais interesse entre os pesquisadores: se antes apareciam em destaque os estudos sobre aprendizagem e mudança conceitual, no referido período ganham destaque, segundo os autores, os estudos envolvendo os contextos de aprendizagem dos estudantes;

- Em termos de questões curriculares relacionadas a aspectos da formação de professores faltam estudos acadêmicos dedicados a examinar o impacto das políticas curriculares nos cursos de licenciatura. Pouco sabemos sobre o impacto dessas normatizações e, especificamente, sobre as diretrizes curriculares para formação de professores e suas reformulações mais recentes nos currículos dos cursos de licenciatura e na prática de ensino. Ainda em relação aos estudos curriculares, destacamos o reduzido número de DT ligadas aos enfoques CTS: apenas 11 DT, das quais, um pequeno número busca aplicar e testar, via pesquisa de natureza intervém, propostas CTS para contextos do ensino-aprendizagem de Biologia;
- Os professores são objeto de forte interesse, seja na linha dedicada à Formação de Professores, seja por meio do foco “Características dos Professores”. Praticamente 23 % das DT estão inseridas nessas duas linhas temáticas. Porém, quando observamos as pesquisas de natureza interventiva, verificamos que são raríssimos os estudos que trabalham em contextos de parceria com os professores da educação básica. Neste sentido, eles são tomados mais como objetos do que sujeitos ativos nos estudos realizados;
- Em relação às características dos professores, as DT focalizam, em sua maior parte, os docentes da educação básica.

14 . Periódicos utilizados pelos referidos pesquisadores: *International Journal of Science Education (IJSE)*, *Science Education (SE)*, and the *Journal of Research in Science Teaching (JRST)*.

Os professores universitários, e mais especificamente, os formadores no contexto dos cursos de licenciatura, exceto aqueles diretamente envolvidos na Prática de Ensino e nos Estágios Supervisionados, raramente são estudados ou participam de projetos de investigação.

Gêneros de trabalho acadêmico e tendências metodológicas.

Nesta parte do trabalho de análise, desenvolvemos processo inspirado na pesquisa de Soares e Maciel (2000), o que permitiu o estabelecimento de uma classificação sobre a natureza de cada trabalho acadêmico. Com efeito, classificamos um determinado documento como *Ensaio e/ou Estudo de Natureza Teórica (ENS)* quando houve ausência de trabalho com dados empíricos e/ou pela apresentação de ensaios propondo reflexões sobre pressupostos, temáticas e discussões teóricas de interesse para o ensino de Ciências e/ou Biologia.

Os *Relatos de Experiência (RE)*, caracterizam-se pela descrição e análise de uma prática e/ou experiência promovida efetivamente pelo próprio autor do trabalho. Distinguem-se da pesquisa genérica e vagamente denominada de “pesquisa-ação” porque, nesta, aquele que desenvolve a experiência se faz intencionalmente pesquisador, dirigindo sua ação segundo o fenômeno que pretende investigar; enquanto no *relato de experiência* é desenrolada a descrição reflexiva de uma experiência desenvolvida sem a intenção inicial de realizar tratamento sistemático e metodologicamente rigoroso de um problema configurado pelo pesquisador ou pesquisadores (Neto, 1999; Soares e Maciel, 2000).

Os *Estudos Empírico-Descritivos (PD)*, caracterizam-se pela realização de pesquisa com a efetiva coleta de dados, voltada para identificar, diagnosticar, descrever, caracterizar a existência de um fenômeno, buscando formas para explicar os fenômenos examinados, “descobrimo relações, ainda que de caráter tendencial e probabilístico, de natureza causal, funcional ou estrutural”. Segundo as autoras, “identificar, descrever e explicar são momentos de uma escala contínua; o pesquisador pode ficar só no primeiro momento, ou pode chegar ao segundo, ou pode ir até o último nível de interpretação, que é a explicação” (p. 59). Outra característica dos estudos deste tipo é a ausência de intervenções envolvendo o objeto de estudo focalizado.

Os trabalhos caracterizados como *Pesquisas de Natureza Interventiva (PNI)* são marcados pela realização de pesquisa conjugada com ação ou pela implementação de propostas voltadas para diversos aspectos referentes ao ensino de Biologia (pesquisa-ação, investigação-ação, pesquisa colaborativa, pesquisa experimental etc.). Incluímos também junto às *PNI* os trabalhos caracterizados pelo que podemos chamar de *Pesquisa & Desenvolvimento*, isto é, marcados pelo “desenvolvimento e testagem de novos processos ou produtos (projetos, manuais, textos, materiais didáticos, metodologias). [...], esse tipo de pesquisa parte de um problema identificado, geralmente de natureza mais prática e cuja tentativa de solução se faz imediata; o pesquisador [...] lança-se ao desenvolvimento de um determinado produto ou processo que viabilize a solução do problema [...]” (Neto, 2014, p. 108). Além do desenvolvimento do material ou processo, por vezes, temos a descrição de situações de testagem de sua utilização, embora essa não seja condição obrigatória.

Finalmente, temos também um grupo de trabalhos enquadrados como “*Mais de uma Pesquisa*” (*MDP*). Nestes poucos casos, se combinam diferentes situações (PD+RE; PD+PNI; ENS+PD; P&D+PNI). A figura 7 traz a distribuição das 1000 DT em percentuais conforme a categorização para gêneros de trabalho acadêmico.

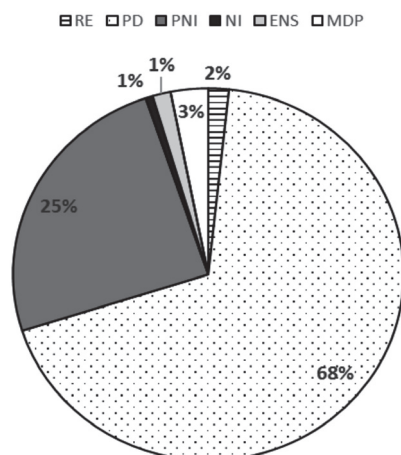


Figura 7. Percentuais relativos a cada um dos gêneros de trabalho acadêmico

Nota: ENS: Ensaio; RE: Relato de Experiência; PD: Pesquisa Descritiva; PNI: Pesquisa de Natureza Interventiva; MDP: mais de uma pesquisa; NI: não identificado.

Fonte: autor.

Em síntese, neste quesito relativo aos gêneros de trabalho acadêmico, o primeiro ponto a destacar refere-se à primazia dos estudos de “pesquisa” sobre as outras modalidades, como os relatos de experiência e ensaios teóricos. Detectamos que 96 % das DT examinadas desenvolvem trabalhos de pesquisa. Os ensaios teóricos são raros, de tal sorte que, nem mesmo entre as teses de doutorado as pesquisas de natureza teórica ganham intensidade. Com efeito, nosso argumento ao verificar esses dados é que essa modalidade de estudos acadêmicos poderia ser explorada de forma mais sistemática. Entendemos que estudos dessa natureza seriam úteis para examinar em profundidade temas de interesse para a área, como as questões curriculares e o ensino de Biologia, as políticas públicas para a área, a questão da interdisciplinaridade e da contextualização e a Educação CTS, conceitos estruturantes para as Ciências Biológicas e o ensino de Biologia, questões históricas, filosóficas e epistemológicas, nossas pesquisas e problemas teórico-metodológicos etc.

Entre as pesquisas realizadas há prevalência de trabalhos pautados metodologicamente pelas abordagens qualitativas de investigação educacional. As abordagens predominantemente quantitativas, de inclinação positivista ou pós-positivista, ainda se fazem presentes, mas, em número reduzido de trabalhos. De qualquer forma, nos capítulos dedicados ao detalhamento dos procedimentos metodológicos, as discussões sobre os paradigmas que envolvem a pesquisa educacional e seu impacto em nossas práticas de investigação estão praticamente ausentes e/ou silenciadas (Mazzotti e Gewandsznajder, 2004).

Há predomínio dos estudos empírico-descritivos (68 %), sobretudo aqueles centrados em alguma forma de “análise de conteúdo” de entrevistas, questionários, documentos, materiais didáticos, textos de divulgação científica etc. Os estudos etnográficos e mesmo os chamados “estudos de caso”¹⁵ são raros, se considerarmos os critérios consagrados pela literatura para defini-los e caracterizá-

15. Estudo de Caso é modalidade de pesquisa que exige pelo menos quatro quesitos: i) singularidade, isto é, caracteriza-se pela pesquisa de situações particulares, distintas das usuais, o que justifica o interesse por investigá-las. Segundo André e Lüdke (2013), o caso é “uma representação singular da realidade que é multidimensional e historicamente situada” (p. 24); ii) examinam situações em realidade concreta, isto é, são estudos naturalísticos; iii) exigem forte imersão do pesquisador no contexto estudado, implicando no tempo pela qual ele passa para acompanhar, descrever e analisar o fenômeno estudado; iv) utilização de múltiplos instrumentos de coleta de dados, para garantir uma interpretação em contexto e sob várias perspectivas, o que ajuda também na construção de uma descrição mais aprofundada do caso.

los. As pesquisas de natureza interventiva¹⁶ totalizam 25 % dos trabalhos analisados na investigação, o que significa que, neste conjunto de 1.000 DT, a cada quatro estudos, um se caracteriza por assumir natureza interventiva.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Finalizamos este capítulo destacando o desenvolvimento de nossa área de estudos e pesquisas. Como foi demonstrado, a expansão e a diversificação da pós-graduação na subárea de Ensino de Biologia é significativa. Este é um dado de nossa realidade que precisa ser valorizado. Neste processo, papel interessante têm os mestrandos profissionais da área de Ensino — CAPES que, no quadro atual, vão potencializar a produção acadêmica, atuando como vetores que aumentarão sensivelmente a produção na área. Entretanto, ainda temos poucas informações sobre esses trabalhos. Por isso, é imprescindível a realização de estudos do tipo *Estado da Arte* que focalizem exatamente essa modalidade de dissertações.

Outro ponto a ser enaltecido é o aumento paulatino da representatividade das regiões nordeste, norte e centro-oeste, indicando que estamos avançando no processo de redução das assimetrias regionais na distribuição dos programas da área pelas várias regiões brasileiras. Este é um processo na qual as políticas públicas, particularmente aquelas impulsionadas pela CAPES precisam manter e, se possível, intensificar.

Seria interessante também, ampliar os trabalhos voltados para os contextos da educação infantil, da educação fundamental, sobretudo nos anos iniciais, assim como a Educação de Jovens e Adultos. Como apontamos na análise de dados, esses são segmentos de escolarização que continuam recebendo diminuta atenção nos estudos acadêmicos sobre o ensino de Biologia.

Em linhas gerais, o conjunto de DT produzidas ao longo desses 40 anos, mostra a diversidade temática e metodológica dessa subárea. Vislumbramos um processo de busca de equilíbrio entre as pesquisas de natureza mais compreensiva e aquelas marcadas por algum tipo de natureza interventiva. Esse é outro dos grandes atributos de nossa área, ou seja, estamos desenvolvendo pesquisas empírico-descritivas

16. Sobre as Pesquisas de Natureza Interventiva conferir artigo de Teixeira e Neto (2017).

e produzindo conhecimentos articulados com a pesquisa aplicada e o desenvolvimento de produtos e processos educacionais, tudo isso, com potencial de aplicação em condições reais de ensino e aprendizagem.

Quando assinalamos que nossa área atingiu a maturidade, pensamos esse conceito principalmente em termos institucionais. Todavia, é preciso observar agora, com mais atenção, outra gama de questões e problemas. É preciso disposição para enfrentarmos temáticas complexas e de difícil equalização. Por exemplo: sobre a qualidade das pesquisas produzidas na área e o problema do aprimoramento teórico-metodológico; sobre o alcance de nossos estudos, em termos de produção de conhecimentos e de geração de mudanças nas práticas, seja no campo dos processos de ensino-aprendizagem, seja nos processos ligados à formação de professores; a questão da comunicação entre o que estamos produzindo junto aos demais agentes que atuam na escola básica; a questão do estabelecimento de parcerias para viabilização de pesquisas que envolvam mais intensamente os professores da educação básica e as condições necessárias para isso; e, finalmente, sobre as relações estabelecidas com os formadores de opinião pública e, principalmente, com os tomadores de decisão na esfera das políticas públicas em educação/educação científica.

As informações e dados divulgados no texto permitem uma série de reflexões e inúmeras considerações, dependendo do foco de interesse do leitor. De qualquer forma, entendemos que a apresentação das informações e reflexões explicitadas no capítulo contribui para o avanço de nossa compreensão sobre o desenvolvimento dessa subárea de pesquisa no Brasil, abrindo espaço para a realização de estudos analíticos concentrados em aspectos específicos relativos à produção inventariada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves-Mazzotti, A. J., y Gewandsznajder, F. (2004). *O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa*. Pioreira T. Learning.
- Barros, S. S. (2002). Reflexões sobre 30 anos da pesquisa em Ensino de Física. Em *Anais do 8º Encontro Nacional de Ensino de Física*, SBF: Águas de Lindóia, SP.

- Campos, M. M., e Fávero, O. (1994). A pesquisa em educação no Brasil. *Cadernos de Pesquisa*, 88, 5-17.
- Chisté, P. S. (2016). Pesquisa-Ação em mestrados profissionais: análise de pesquisas de um programa de pós-graduação em ensino de ciências e de matemática. *Ciência & Educação*, 22(3), 789-808.
- Gatti, B. A. (1983). Pós-Graduação e pesquisa em Educação no Brasil, 1978- 1981. *Cadernos de Pesquisa*, 44, 3-17.
- Goergen, P. (1998). Apresentação. Em S. Sánches Gamboa (Org.). *Epistemologia da pesquisa em educação* (pp. 4-7). Campinas/SP: Práxis.
- Krasilchik, M. (1986). Perspectivas do ensino de Biologia. Em *Coletânea do 2º Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia* (pp. 5-14). São Paulo, SP, Faculdade de Educação (USP).
- Krasilchik, M. (2004). *Prática de Ensino de Biologia*. Edusp.
- Kuenzer, A. Z., y Moraes, M. C. M. (2005). Temas e tramas na pós-graduação em Educação. *Educação & Sociedade*, 26(93), 1341-1362.
- Lee, M-H., e WU, Y-T; Tsai, C-C. (2009). Research trends in Science Education from 2003 to 2007: a content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education*, 31(15), 1999-2020.
- Lemgruber, M. S. (1999). *A educação em ciências físicas e biológicas a partir das teses e dissertações (1981 a 1995): uma história de sua história*. (Tese de Doutorado em Educação), Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Lüdke, M. (2006). A pesquisa em educação ao encontro de sua complexidade. In: A. M. M. S. Silva (Orgs.), *Educação formal e não formal, processos formativos e saberes pedagógicos: desafios para a inclusão social* (pp. 413- 424). ENDIPE.
- Macedo, E., e Sousa, C. P. (2010). A pesquisa em educação no Brasil. *Revista Brasileira de Educação*, 15(43), 166-176.
- Megid Neto, J. (1999). *Tendências da pesquisa acadêmica sobre o ensino de ciências no nível fundamental*. (Tese de Doutorado em Educação). Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP.
- Megid Neto, J. (2007). Três décadas de pesquisas em Educação em Ciências: tendências de teses e dissertações (1972-2003). Em R. Nardi (Org.), *A pesquisa em ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes* (pp. 341-355). Escrituras.

- Megid Neto, J. (2014). Origens e desenvolvimento do campo de pesquisa em Educação em Ciências no Brasil. In: R. Nardi, e T. V. O. Gonçalves. *A pós- graduação em Ensino de Ciências e Matemática no Brasil: memórias, programas e consolidação da pesquisa na área* (pp. 98-139). ELF.
- Miranda; M. G., e Resende, A. C. A. (2006). *Revista Brasileira de Educação, 11* (33), 511-518.
- Moreira, M. A. A. (2004). Pós-graduação e pesquisa em ensino de Ciências no Brasil. In: *Atas do 4º Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, ABRAPEC.
- Mortimer, E. F. (2002). Uma agenda para a pesquisa em Educação em Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2*(1), 25- 35.
- Nardi, R. (2007). A área de ensino de Ciências no Brasil: fatores que determinaram sua constituição e suas características segundo pesquisadores brasileiros. Em: R. Nardi (ORG.). *A pesquisa em ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes* (pp. 357-412). Escrituras.
- Salem, S. (2012). *Perfil, evolução e perspectivas da pesquisa em Ensino de Física no Brasil*. (Tese de Doutorado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Scarpa, D. L., e Silva, M. B. (2013). A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. In: A. M. P. Carvalho. (ORG.). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula* (pp. 129-152). Cengage Learning.
- Selles, S. E., e Ferreira, M. S. (2005). Disciplina escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais. Em M. Marandino, S. E. Selles, M. S. Ferreira, & A. C. Amorim (ORGS.). *Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa* (pp. 50-62). Eduff.
- Soares, M. B., e Maciel, F. (2000). *Alfabetização*. MEC/INEP/COMPED.
- Teixeira, P. M. M. (2008). *Pesquisa em Ensino de Biologia no Brasil (1972-2004): um estudo baseado em dissertações e teses*. (Tese e Doutorado em Educação). Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP.
- Teixeira, P. M. M. (2012). *35 anos da produção acadêmica em Ensino de Biologia no Brasil: catálogo analítico de dissertações e teses (1972-2006)*. V. Conquista: Ed. UESB.

- Teixeira, P. M. M., e Megid Neto, J. (2006). Investigando a pesquisa educacional. Um estudo enfocando dissertações e teses sobre o ensino de Biologia no Brasil. *Investigações em Ensino de Ciências*, 11(2), 261-282.
- Teixeira, P. M. M., e Megid Neto, J. (2011). Pós-Graduação e pesquisa em ensino de Biologia no Brasil: um estudo baseado em dissertações e teses. *Ciência & Educação*, 17(3), 559-578.
- Teixeira, P. M. M., e Megid Neto, J. (2012). O estado da arte da pesquisa em ensino de Biologia no Brasil: um panorama baseado na análise de dissertações e teses. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 273-297.
- Teixeira, P. M. M., e Oliveira, F. S. (2013). 40 anos de pesquisa em Ensino de Biologia no Brasil: um estudo baseado em dissertações e teses (1972-2011). In: *Atas do 9º Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. ABRAPEC.
- Teixeira, P. M. M., Silva, M. G.; e Anjos, M. S. (2009). 35 anos da pesquisa em Ensino de Biologia no Brasil: um estudo baseado em dissertações e teses (1972-2006). Em *Atas do 7º Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. ABRAPEC.

**

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), nossa “casa” durante o estágio de pós-doutoramento. Financiadores: FAPESB, Edital n. 019/2010; CNPQ, Edital Universal 14/2011; PPG/UESB Edital 61/2013; CAPES/FAPESB/PPG UESB – Bolsa de Pós-Doutoramento.

Sobre los autores

Leonardo Fabio Martínez Pérez

Doctor en Educación en Ciencias por la Universidade Estadual Paulista, Brasil. Licenciado en Química y magíster en Docencia de la Química por la Universidad Pedagógica Nacional (UPN). Profesor de planta del Departamento de Química de la UPN. Fundador del grupo de investigación Alternaciencias, Categoría A1 de Minciencias. Investigador Senior. Ha actuado como docente e investigador del programa de Licenciatura en Química, del programa de Maestría en Docencia de la Química y del Doctorado Interinstitucional en Educación. Cuenta con experiencia y publicaciones nacionales e internacionales en el área de la enseñanza de las ciencias en los temas del enfoque CTSA, la formación de profesores, las cuestiones sociocientíficas, la argumentación y la epistemología de las ciencias.

Julio Alejandro Castro Moreno

Doctor en Filosofía de la Ciencia por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), magíster en Docencia de la Química, especialista en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico por la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia (UPN) y licenciado en Biología por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Profesor de planta de la UPN, adscrito al Departamento de Biología y al Doctorado Interinstitucional en Educación (énfasis

de Educación en Ciencias). Integrante del Grupo de Investigación Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias, Categoría A de Minciencias. Investigador Junior. Ha publicado diversos artículos en revistas nacionales e internacionales en temas como las relaciones entre la historia, la filosofía y la didáctica de las ciencias, y los vínculos entre bioética, educación y enseñanza de la biología.

Fidel Antonio Cárdenas Salgado

Licenciado en Educación con Estudios Principales en Química por la Universidad Pedagógica Nacional; máster en Enseñanza de Ciencias y Matemáticas por la Universidad Estatal de Campinas, Brasil; Ph. D. Chemistry por Strathclyde University, Glasgow, UK. Visiting Scholar Graduate School of Education, University of Queensland, Brisbane, Australia. Teaching Training in Science Education, University of East Anglia, Norwich, UK. Science Evaluation Research Fellow, Centre for Science Education Chemistry Department University of Glasgow, Glasgow, UK. Profesor titular del Departamento de Química de la UPN. Cofundador del Programa Interinstitucional de Doctorado en Educación y del Grupo de Investigación Ciencia Acciones y Creencias, categoría A de Minciencias. Investigador Emérito Minciencias. Ha sido docente e investigador en los programas de Licenciatura en Química, Maestría en Docencia de la Química y Doctorado Interinstitucional en Educación. Tiene experiencia y publicaciones nacionales e internacionales en el campo de la educación en ciencias en temas como: aprendizaje de los conceptos científicos, preconcepciones de los alumnos e implicaciones didácticas, evaluación del aprendizaje, alineamiento constructivo y dificultades de aprendizaje.

Pedro Nel Zapata Castañeda

Doctor en Educación, magíster en Docencia de la Química y licenciado en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, y especialista en Docencia de la Química de la Universidad Javeriana. Profesor asociado de planta del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Integrante del grupo de investigación Ciencias, Acciones y Creencias, Categoría A de Minciencias. Profesor de psicología cognitiva en el programa de Licenciatura en Química y profesor del Doctorado Interinstitucional en Educación. Sus áreas de trabajo e interés

investigativo son el aprendizaje de las ciencias, evaluación del aprendizaje, epistemología genética, psicología cognitiva, estilos de aprendizaje y cognitivos, habilidades de pensamiento y políticas de educación en ciencia, tecnología y sociedad.

Rosa Nidia Tuay-Sigua

Doctora en Lógica, Historia y Filosofía de la Ciencia por la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), España. Licenciada en Física y magíster en Docencia de la Física de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), Colombia. Profesora de planta del Departamento de Física de la UPN. Líder del grupo de investigación Educación en Ciencias, Ambiente y Diversidad-EduCADiverso, Categoría A de Minciencias. Ha actuado como docente e investigadora de los programas de Licenciatura en Física, Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales y Doctorado Interinstitucional en Educación. Tiene experiencia y publicaciones nacionales e internacionales en el área de la enseñanza de las ciencias en los temas del enfoque CTSa, la formación de profesores, historia y filosofía de las ciencias y educación en ciencias.

293

Gerardo Andrés Perafán Echeverri

Doctor en Educación en Ciencias y magíster en Docencia Universitaria por la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), filósofo por la Universidad del Cauca. Docente Investigador en la Universidad Pedagógica Nacional.

Alfonso Claret Zambrano

Doctor Of Philosophy of University of London Institute of Education, Master of Arts in Curriculum and Instruction of University of Wyoming, USA; licenciado en Biología y Química de la Universidad del Valle. Profesor de planta de la Universidad del Valle, fundador del Grupo Interinstitucional Ciencias, Acciones y Creencias (UPN-USC-UC-UV), Categoría A de Minciencias. Investigador emérito Minciencias. Ha actuado como docente e investigador y director de los programas: Licenciatura en Biología y Química, Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Maestría en Enseñanza de las Ciencias, Doctorado Interinstitucional en Educación-

Colombia. Visiting fellow University College London Institute of Education (2012-2014): research postdoctoral Epistemology, history, curriculum, and worldview in teaching science. Tiene experiencia y publicaciones nacionales e internacionales en el área de la enseñanza de las ciencias en los temas del enfoque CTS-cuestiones socio-científicas-Brasil; la formación de profesores; historia y epistemología de las ciencias: termodinámica, evolución, medición en la química (el mol); enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias naturales; educación y formación del pensamiento científico, y estatuto epistemológico de la investigación en ciencias en Colombia periodo 2000-2011.

Isabel Garzón Barragán

Doctora en Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Valencia, España; magíster en Ciencias Físicas y especialista en Ciencias Físicas de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL), y licenciada en Física de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN).

Profesora asociada de planta del Departamento de Física de la UPN en los programas de Licenciatura en Física, Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales y Doctorado Interinstitucional en Educación. Integrante del grupo de investigación Alternaciencias, Categoría A1 de Minciencias. Cuenta con experiencia y publicaciones nacionales e internacionales en enseñanza de la física, educación en ciencias con enfoque CTS, la formación de profesores, las cuestiones sociocientíficas, las cuestiones socioambientales y la formación ecociudadana.

Libia Stella Niño Zafra

Doctora en Pedagogía por la Universidad de Valencia, Valencia, España. Master of Science Educational Psychology, University of Wisconsin, Milwaukee, USA, licenciada en Psicopedagogía de la Universidad Pedagógica Nacional. Fundadora del Grupo Evaluando_nos, Categoría A de Minciencias e Investigadora Emérita, 2015. Ha sido jurado y directora de tesis de la Maestría y del Doctorado Interinstitucional en Educación. Tiene publicaciones en revistas nacionales en el área de currículo, evaluación y políticas educativas en evaluación. Ha participado en investigaciones con el Ministerio de Educación y el Instituto de Investigaciones en Educación y Pedagogía de la Secretaría de Educación del Distrito Capital Bogotá, desde miradas críticas y formativas.

Paulo Marcelo Marini Teixeira

Licenciado en Ciencias con Mención en Biología por la Universidade do Sagrado Coração. Licenciado en Matemáticas por la Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Magíster en Educación en Ciencias por la Universidade y doctor en Educación por la Facultad de Educación de la Unicamp; Posdoctorado en la Facultad de Educación de la Unicamp. Profesor titular del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad Estadual del Suroeste de Bahia (UESB). Profesor en el área de Educación y Práctica Docente y del Programa de Posgrado en Educación y Formación de Profesores en Ciencias (DCB/UESB). Es líder del Grupo de Estudios e Investigaciones: CTS Movimiento y Educación Científica (GP-CTS). Tiene experiencia en el área de la Enseñanza de las Ciencias, con énfasis en la Formación Docente, actuando principalmente en las siguientes líneas de investigación y temas de estudio: educación, enseñanza de la biología, educación científica, movimiento CTS, investigación y formación docente, producción académica en enseñanza de ciencias/biología - estado del arte.





Universidad Pedagógica Nacional

Este libro se terminó de imprimir en los talleres
de Xpress Estudio Gráfico y Digital S.A.S., 2022.

Editado por el Grupo Interno de Trabajo Editorial

La coyuntura provocada por la pandemia de la covid-19 manifiesta un relevante e incipiente interés por profundizar en las comprensiones educativas que se dan en las ciencias como campo de conocimiento. Así pues, una visión amplia de este escenario permite problematizar aquellas estructuras limitadas en la enseñanza de las ciencias, con la intención de poder avanzar en el desarrollo de algunas habilidades cognitivas que renueven las maneras de enseñar y aprender en el aula. Este libro presenta algunos de los aportes a la educación, la pedagogía y la didáctica desde el campo de la educación en ciencias, los cuales fueron socializados en la Cátedra Doctoral: Trayectorias y aportes pedagógicos de la educación en ciencias. Se invita al lector a conocer las diferentes líneas de investigación del énfasis en ciencias del Doctorado Interinstitucional en Educación, así mismo, a profundizar en las relaciones recíprocas entre el conocimiento, las prácticas científicas y las tecnologías de la información, en sus vínculos con la participación de los ciudadanos en los debates públicos, así como en el compromiso ciudadano en la acción política.

ISBN: 978-628-7518-20-9



9 786287 518209