



EVALUACIÓN DE ACTITUDES Y EFICACIA DEL MODELO “FLIPPED CLASSROOM”: TRANSPOSICIÓN DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE POLIELECTROLITO EN EDUCACIÓN MEDIA

**WILSON JAVIER TRIVIÑO MANCERA
COD: 2017183012**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
BOGOTÁ D.C. 2018**



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL**
Educadora de educadores

**EVALUACIÓN DE ACTITUDES Y EFICACIA DEL MODELO “FLIPPED
CLASSROOM”: TRANSPOSICIÓN DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL
CONCEPTO DE POLIELECTROLITO EN EDUCACIÓN MEDIA**

WILSON JAVIER TRIVIÑO MANCERA

**Trabajo de grado presentado como requisito
para optar al título de Magister en Docencia de la Química**

Dr. JAIME AUGUSTO CASAS MATEUS
Director investigador

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
BOGOTÁ D.C. 2019**

Notas de aceptación:

Firma del director

Firma del jurado

Firma del jurado

Acuerdo 031 de Consejo Superior del 2007, artículo 42, párrafo 2:

"Para todos los efectos, declaro que el presente trabajo es original y de mi total autoría; en aquellos casos en los cuales he requerido del trabajo de otros autores o investigadores, he otorgado los respectivos créditos".

DEDICATORIA

A Dios que, con su guía y sabiduría, me puso a prueba durante muchas ocasiones de la presente obra, pero nunca me abandonó y siempre me dio la fuerza necesaria para sobreponerme a los obstáculos y ¡lo más importante!, no me solté de su mano.

A mis padres Jorge y Fanny que todos los viernes en la noche salían a recogerme al transporte, porque su “niño”, debía llegar a casa seguro. Su voz de aliento en cada uno de mis pasos, me hacían pisar más fuerte, sabiendo que algún día llegaría la anhelada culminación de un logro más.

A mi amado hijo Josué que, con obligada paciencia, cambio sus tiempos de “abrazos de oso” y juegos con balón, por llamadas todos los días para manifestarme cuánto me ama y para escuchar en mis mustios días de ausencia, cuánto lo amo también.

A mi hermana Andrea, que me dejaba el café de la noche larga, en aquellos días que me abrigó en su hogar para acompañarme en mis noches de desvelo.

A mi hermana Yaya por su apoyo incondicional y su voz de aliento.

WILSON JAVIER TRIVIÑO MANCERA


AGRADECIMIENTOS

A mi gran maestro y mentor, profesor Jaime Augusto Casas Mateus que con su guía y el valioso aporte de sus conocimientos me ayudó a recorrer el camino de nuevos saberes.


A todos los profesores del programa de Maestría en Docencia de la Química de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia que en cada uno de los seminarios me guiaron en nuevos aprendizajes, contribuyendo a mi crecimiento personal e intelectual.

A mis Compañeros del “parche magister”, Juan, Vane, Nina, Eri, Javier, Cata y Sandra, que, con su esfuerzo, le dieron significado al verdadero trabajo en equipo para sacar nuestro proyecto adelante.

A mis estudiantes del semillero de investigación de los grados décimo y once del I. E. D. Funza – Furatena, por su compromiso desinteresado al hacer parte de la presente investigación.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación en Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 31-05-2019	Página 7 de 127	


Información General	
Tipo de documento	Tesis de grado de Maestría en Investigación
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Evaluación de actitudes y eficacia del modelo 'Flipped Classroom': Transposición Didáctica para la enseñanza del concepto de polielectrolito en educación media.
Autor	Triviño Mancera, Wilson Javier
Director	Casas Mateus, Jaime Augusto
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2019. 127 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Clave	FLIPPED CLASSROOM (AULA INVERTIDA), TRANSPOSICIÓN DIDÁCTICA DE CONCEPTOS, ELECTROFORESIS, POLIELECTROLITOS, BIOMOLÉCULAS, PROTEÍNAS, PUNTO ISOELÉCTRICO, ESCALAS LIKERT
Descripción	
<p>El presente trabajo se planteó con el fin de estructurar, implementar y evaluar una propuesta de enseñanza a través del modelo pedagógico Flipped Classroom (Aula Invertida), para estudiantes de grados décimo y undécimo de la I. E. D. Funza sede Furatena, verificando su eficacia para lograr en el aprendizaje la Transposición Didáctica de conceptos, que permitió contextualizar la información técnica en un saber aplicable al entorno del estudiante. Se pretendió transponer y contextualizar algunos conceptos de bioquímica tales como: función de relación entre estructura y funcionamiento de las proteínas, estructura y clasificación de aminoácidos, enlace peptídico, estructuras de la proteína (primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria), desnaturalización de las proteínas, agentes desnaturalizantes de las proteínas y separación de proteínas basada en solubilidad, tamaño, carga y afinidad (entre otros). La investigación comprendió tres fases: <i>inicial</i> (contextualización, delimitación, diseño de instrumentos validados por expertos para la investigación y elaboración de videos para llevar a cabo el ejercicio Flipped Classroom), <i>de desarrollo</i> (aplicación de instrumentos de entrada y salida con base en la observación de los videos previamente editados por el investigador, con el fin de profundizar algunos conceptos usados en enseñanza y aprendizaje de la bioquímica, para llegar al nivel de transposición didáctica de los mismos) y <i>final</i> (sistematización y análisis de los resultados). Se emplearon instrumentos tales como una prueba de conocimientos en</p>	

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Profesores</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 31-05-2019	Página 8 de 127	


el campo disciplinar de entrada y salida (para evaluar conocimientos sobre conceptos de bioquímica relacionados con la técnica de electroforesis y su aplicación en el laboratorio), cuestionario tipo Likert (para evaluar la percepción actitudinal de los estudiantes hacia el modelo Flipped Classroom) y una rúbrica de observación semiestructurada de las sesiones presenciales para profundización de conceptos. El análisis de resultados se efectuó desde dos metodologías de análisis dimensional no paramétrico: el Smallest Space Analysis, (SSA) y el POSAC, que emplea escalogramas de orden parcial (Partial Order Scalogram by Coordinates), para concluir que el uso de las tecnologías de la información (TIC) desde formatos de clase Flipped Classroom, promueven cambios favorables en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, logrando resignificar la práctica pedagógica del docente.

Fuentes bibliográficas


1. Abdullah, M., Mohamed, N., y Zurida, H. I. (2007). The effect of microscale chemistry experimentation on students' attitude and motivation towards chemistry practical. *Journal of Science and Mathematics Education in S.E. Asia*, 30(2), 44 -72.
2. Adúriz – Bravo, A. (2002). Un Modelo para Introducir la Naturaleza de la Ciencia en la Formación de los Profesores de Ciencias. *Pensamiento Educativo*, 30, 315-330.
3. Anderson, V., y Walvoord, B. (1998). Effective grading: A tool for learning and assessment. *San Francisco*, 1.
4. Barrie, M. G., Mayer, C. L., Kaide, C., Kauffman, E., Mitzman, J., Malone, M., y King, A. (2019). Novel Emergency Medicine Curriculum Utilizing Self-Directed Learning and the Flipped Classroom Method: Hematologic/Oncologic Emergencies Small Group Module. *Journal of Education and Teaching in Emergency Medicine*, 4(1).
5. Barufaldi, M., Pappano, N. B., y Debattista, N. B. (1999). Quantitative protein determination from cellulose acetate strip electrophoresis. *Journal of chemical education*, 76(7), 965.
6. Bergmann, J., y Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International society for technology in education.
7. Bergmann, J., & Sams, A. (2016). *Dale la vuelta a tu clase: lleva tu clase a cada estudiante, en cualquier momento y cualquier lugar*. sm.
8. Bernard, Robert M., et al. "¿How does distance education compare with classroom instruction? A meta-analysis of the empirical literature." *Review of educational research* 74.3 (2004): 379-439.
9. Bisquerra, R. (1989). *Métodos de investigación educativa: Guía práctica* (No. 370.7 B57.).
10. Bloom, B. S. (1977). *Taxonomía de los objetivos de la educación*. El Ateneo.
11. Borg, I., y Shye, S. (1995). Facet theory. Form and content, Vol. 5. *Advanced quantitative techniques in the social sciences series*. Thousand Oaks, CA/London/New Delhi: SAGE.
12. Brookfield, S. D., & Preskill, S. (2012). *Discussion as a way of teaching: Tools and techniques for democratic classrooms*. John Wiley & Sons.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formadora de Profesores</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 31-05-2019	Página 9 de 127	


13. Camarena, P. G. (2001). Reporte del proyecto de investigación titulado: La matemática en el contexto de las ciencias, la resolución de problemas.
14. Cañadas, I., y Sánchez, A. (1998). Categorías de respuesta en escalas tipo Likert. *Psicothema*, 10(3), 623-631.
15. Cavanaugh, C. S. (2001). The effectiveness of interactive distance education technologies in K-12 learning: A meta-analysis. *International Journal of Educational Telecommunications*, 7(1), 73-88.
16. Cavanaugh, C., Gillan, K. J., Kromrey, J., Hess, M., & Blomeyer, R. (2004). The effects of distance education on K-12 student outcomes: A meta-analysis. *Learning Point Associates/North Central Regional Educational Laboratory (NCREL)*.
17. Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique* (Vol. 95). Grenoble: La pensée sauvage.
18. Cheung, D. (2007, July). Confirmatory factor analysis of the attitude toward chemistry lessons scale. In *Proceeding of the 2nd NICE Symposium, Taipei, Taiwan*.
19. Cheung, D. (2009). Students' attitudes toward Chemistry lessons: the interaction effect between grade level and gender. *Research Science Education*, 39, 75-91.
20. Churches, A. (2009). Taxonomía de Bloom para la era digital. *Eduteka. Recuperado*, 11.
21. Cristancho, L. C., Repizo, L. M., & Casas, J. (2009). Programas guía de actividades desde la resolución de problemas: una estrategia contextual de intervención didáctica en electroforesis. *Tecné Episteme y Didaxis TED*.
22. Cronbach, L. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297 - 334.
23. Cunningham, S. C., McNear, B., Pearlman, R. S., & Kern, S. E. (2006). Beverage-agarose gel electrophoresis: an inquiry-based laboratory exercise with virtual adaptation. *CBE—Life Sciences Education*, 5(3), 281-286.
24. Dancer, L. S. (1990). Suicide prediction and the partial order scalogram analysis of psychological adjustment. *Applied Psychology*, 39(4), 479-497.
25. De Gennes, P. G., & Gennes, P. G. (1979). *Scaling concepts in polymer physics*. Cornell university press.
26. Díez, A., Santiago, R., y Tourón, J. (2014). The Flipped Classroom. Cómo convertir la escuela en un espacio de aprendizaje.
27. Domínguez Espinosa, A. D. C., & Salas Menotti, I. (2009). Identificando patrones de apoyo social en población migrante mediante el Análisis de Escalograma de Orden Parcial.
28. Dupin, J. J., y Joshua, S. (1993). Introducción a la didáctica de las ciencias y la matemática. *Buenos Aires: Colihue*.
29. Elejabarrieta, F. J., y Iñiguez, L. (1984). Construcción de escalas de actitud tipo Thurst y Likert. *Universidad Autónoma de Barcelona*, 26-27.
30. Elliot, J. (1993). Las características fundamentales de la investigación-acción. *antología básica, La investigación de la práctica docente propia, SEP/UPN, México*.
31. Espinosa, G., y Román. (1998). La medida de las actitudes usando las técnicas de Likert y de diferencial semántico. *Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias*

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formadora de Profesores</small>	FORMATO
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE
Código: FOR020GIB	Versión: 01
Fecha de Aprobación: 31-05-2019	Página 10 de 127

- didácticas*. 3, 477-484.
32. Gagné, R. (1971). *Las condiciones del aprendizaje*. Madrid: Aguilar.
 33. Galagovsky, L., y Bekerman, D. (2009). La Química y sus lenguajes: un aporte para interpretar errores de los estudiantes. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 952-975.
 34. Galagovsky, L. R., Bekerman, D. G., Di Giacomo, M. A., y Alí, S. (2014). Algunas reflexiones sobre la distancia entre “hablar química” y “comprender química”. *Ciência y Educação*, 20(4), 785-799.
 35. García, J. J. (2000). La solución de situaciones problemáticas: una estrategia didáctica para la enseñanza de la química. *Enseñanza de las ciencias*. 18 (1), 113129.
 36. García, J. J. (2003). *Didácticas de las ciencias: Resolución de problemas de desarrollo de la creatividad*. Bogotá, Colombia: Didácticas Magisterio. pp. 34 y 56
 37. González A., J., y Pazmiño S., M. (2015). Calculo e interpretación del alfa de Cronbach para el caso de validación de la consistencia interna de un cuestionario, con dos posibles escalas tipo Likert. *Publicando 2*, 1, 62-67.
 38. Gutiérrez, J. C. L., Pérez, I., y Aguirre, J. M. L. (2017). Didáctica universitaria: una didáctica específica comprometida con el aprendizaje en el aula universitaria. *Dominio de las Ciencias*, 3(3), 1290-1308.
 39. Guzmán, R. C. (2007). Estrategias para disminuir la deserción en educación superior. *Ministerio de Educación. Enero del 2007*.
 40. Hederich, C. (2014). Las expectativas frustradas de la educación virtual ¿cuestión de estilo cognitivo? En *Conferencia pública, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay*.
 41. Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). Concepción o elección del diseño de investigación. *Metodología de la Investigación*. 4ta ed. México: McGraw-Hill, 157-231.
 42. Johnston, J. (1997). Measuring Attitudes in Science: What Exactly are we Measuring and Why? recuperado de: https://translate.google.com.co/translate?hl=es-419&sl=es&tl=en&u=http%3A%2F%2Fwww.leeds.ac.uk%2Fbei%2FEducation-line%2Fbrowse%2Fall_items%2F42784.html.
 43. Kreimer, P. (2005). Sobre el nacimiento, el desarrollo y la demolición de los papers. *Diego Golombieck Demoliendo Papers. Siglo XXI Editores: Buenos Aires*, 7-22.
 44. Lehninger, A. L. (1976). *Curso breve de Bioquímica* Barcelona: Omega.
 45. Likert, R. (1932). A technique for measurement of attitudes. *Archive of Psychology*.
 46. Milicic, N., Rosas, R., Scharager, J., García, M. R., y Godoy, C. (2008). Diseño, construcción y evaluación de una pauta de observación de videos para evaluar calidad del desempeño docente. *Psykhe (Santiago)*, 17(2), 79-90.
 47. Molina, M., Carriazo, J., y Casas, J. (2013). Estudio transversal de las actitudes hacia la ciencia en estudiantes de grados quinto a undécimo. Adaptación y aplicación de un instrumento para valorar actitudes. *Tecné Episteme y Didaxis TED*, (33).
 48. Molina, M., Carriazo, J., y Farías, D. (2011). Actitudes hacia la química de estudiantes de diferentes carreras universitarias en Colombia. *Química Nova*, 34(9), 1672-1677.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Formando al profesorado</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 31-05-2019	Página 11 de 127	


49. Molina, M. F., Palomeque, L. A., & Carriazo, J. G. (2016). Experiencias en la enseñanza de la química con el uso de kits de laboratorio. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 10(20).
50. Olakanmi, E. E. (2017). The effects of a flipped classroom model of instruction on students' performance and attitudes towards chemistry. *Journal of Science Education and Technology*, 26(1), 127-137.
51. Osborne, J., Simon, S., y Collins, S. (2003). Attitudes Towards Science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
52. P.G. de Gennes, PG (1979). Efecto de los enlaces cruzados sobre una mezcla de polímeros. *Journal de Physique Lettres*, 40(4), 69-72.
53. Perales Palacios, F. J. (1993). La resolución de problemas: una revisión estructurada. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 170-178.
54. Prieto Martín, A. (2017). Flipped Learning: aplicar el modelo de aprendizaje inverso (Vol. 45). Narcea Ediciones.
55. Quintanilla, M. (2005). Historia de la ciencia y formación docente: una necesidad irreducible. *Revista TED*, 34-43.
56. Reyes, M. (2015). Actitudes hacia la química de estudiantes de carreras biológicas (Licenciatura en Biodiversidad y Profesorado en Biología) de la Universidad Nacional del Litoral y su influencia en el aprendizaje y rendimiento académico. Santa Fe, Argentina.
57. Reyes, M., Porro, S., & Pirovani, M. (2015). Actitudes hacia la Química en estudiantes universitarios conforme avanza la carrera. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, 11.
58. Reyes, M., Porro, S., & Pirovani, M. (2015). Comparación de las técnicas Likert y diferencial semántico para valorar las actitudes hacia la química de integrantes a carreras biológicas. *PPDQ Boletín*, 53.
59. Roa Acosta, R. (2016). Configuración del conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor de Ciencias para la enseñanza de la Biotecnología.
60. Sadik, A., y Reisman, S. (2004). Design and implementation of a web-based learning environment: lessons learned. *Quarterly Review of Distance Education*, 5(3), 157.
61. Salcedo, L., y García, J. (1997). Los suelos en la enseñanza de la teoría ácido-base de Lewis. Una estrategia didáctica de aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las ciencias*, 15(1), 59-71.
62. Shattuck, J. C. (2016). A parallel controlled study of the effectiveness of a partially flipped organic chemistry course on student performance, perceptions, and course completion. *Journal of Chemical Education*, 93(12), 1984-1992.
63. Sheppard, P. B. (2009). *Determining the effectiveness of web-based distance education in mitigating the rural-urban achievement gap* (Doctoral dissertation, Memorial University of Newfoundland).
64. Shye, S. (2009). Partial Order Scalogram Analysis by Coordinates (POSAC) as a Facet Theory Measurement Procedure: how to do POSAC in four simple steps. *Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/263932933>*.
65. Sierra Herrera, E. J., Dimas Fuentes, J. M., y Flórez Nisperuza, E. P. (2018). 5B010

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Profesores</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 31-05-2019	Página 12 de 127	

- Evaluación del uso del método Flipped Classroom o aula invertida en el aprendizaje de la química: estudio de caso en la Institución Educativa Lacides C. Bersal de Lorica. *Tecné Episteme Y Didaxis TED*, (Extraordin), 1-9. Recuperado a partir de <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/9041>
66. Simpson, O. (2013). *Supporting students in online open and distance learning*. Routledge.
 67. Soto, E. (2012). Un acercamiento a la didáctica general como ciencia y su significación en el buen desenvolvimiento de la clase. *Revista Atenas*, 1, 18.
 68. Strother, J. B. (2002). An assessment of the effectiveness of e-learning in corporate training programs. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 3(1).
 69. Tinio, V. L. (2002). Survey of information & communication technology utilization in Philippine public high schools. *Retrieved on April, 15, 2008*.
 70. Thurstone, L. (1928). Attitudes can be measured. *American Journal of Sociology*, 33(4), 529-554.
 71. Torrecilla, F. J. M., & Javier, F. (2011). Investigación acción. *Métodos de investigación en educación especial. 3ª Educación Especial. Curso*.
 72. Torres Menáguer, M. Aprender al revés es más efectivo. *El País*. Recuperado de https://elpais.com/economia/2016/10/28/actualidad/1477665688_677056.html.
 73. Tourón, J., & Santiago, R. (2014). *The Flipped classroom*. Grupo Océano.
 74. Trejo Trejo, Elia, y Trejo Trejo, Natalia. (2013). *La transposición contextualizada: un ejemplo en el área técnica*. Innovación educativa. (México, DF), 13(62), 75-100. Recuperado en 14 de marzo de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732013000200006&lng=es&tlng=es.
 75. Ungerleider, C., & Burns, T. (2003). A systematic review of the effectiveness and efficiency of networked ICT in education: A state of the art report to the Council of Ministers Canada and Industry Canada. *Ottawa: Industry Canada*.
 76. Velandia, R. (2013). La transposición didáctica de conceptos de química y su relación con la enseñanza de ciencias de la salud en el diseño del aula virtual “QUISAS” (Química, Salud y Sinergias). recuperado de: <http://bdigital.unal.edu.co/11462/1/rociodelpilarvelandiaroncancio.2013.pdf>
 77. Verret, M. (1975). *Le Temps des études*. (Vol. 1). Lille: Atelier Reproduction des thèses, Université de Lille III; Paris: diffusion H. Champion.
 78. Walvoord, B. E., y Johnson Anderson, V. (1998). Strengthening departmental and institutional assessment. *Effective grading: A tool for learning and assessment*, 149-170.

Contenidos


El principal objetivo de este trabajo se centró en implementar una estrategia metodológica enfocada en el modelo pedagógico “*Flipped Classroom*” y el proceso de “*Transposición Didáctica*” de conceptos, para resignificar los métodos de la práctica pedagógica, que influyan en el replanteamiento necesario de los procesos de enseñanza y aprendizaje, favoreciendo

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Formando el futuro</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 31-05-2019	Página 13 de 127	

positivamente cambios actitudinales en estudiantes de grados décimo y undécimo del I. E. D. Funza, sede Furatena. Los referentes teóricos que orientaron el proyecto de investigación fueron los siguientes: Flipped Classroom, Transposición Didáctica, cambio actitudinal, electroforesis de proteínas y polielectrolito (y sus conceptos auxiliares como pH, punto isoeléctrico y densitometría). Además, se diseñaron y emplearon una serie de instrumentos que determinaron por una parte, la actitud frente a la propuesta de aprendizaje parcial a través del uso de tecnologías de la información (TIC) y por otro, la eficacia de este modelo (Flipped Classroom) en la transposición de conceptos. Entre estos instrumentos se plantea una prueba de conocimiento disciplinar de entrada y de salida relacionada principalmente con el concepto de polielectrolito, una rúbrica de observación semiestructurada; instrumento diseñado para registrar observaciones particulares de las sesiones presenciales y una encuesta tipo Likert al final del proceso, permitiendo evaluar la pertinencia del uso de las TIC en los procesos de aprendizaje de los estudiantes, obteniendo de este modo bases de datos y gráficas de análisis que admitieron evidenciar la Transposición Didáctica de los conceptos relacionados con el presente trabajo y videos respecto a las temáticas disciplinares y registrados en el canal de YouTube “Profe Javier T.”. Por último se examinan los resultados mediante análisis multivariado SSA (Smallest Space Analysis) y escalogramas de orden parcial POSAC (Partial Order Scalogram Analysis of Communication) y se instaura la relación y la jerarquización entre los componentes establecidos en la presente investigación con base en el referente de Abdullah, Mohamed e Ismail (2007).

Metodología

La presente investigación se estructuró en tres fases. En la primera fase se definieron las variables, las categorías de análisis, así como el grupo objetivo y también los conceptos asociados a la temática de estudio mediante la revisión bibliográfica correspondiente y se diseñaron las videoclases para la intervención didáctica. Por último, en esta fase se planeó el diseño de los instrumentos de evaluación para evidenciar la aplicabilidad de la propuesta y su pertinencia en términos de la evaluación de las actitudes favorables hacia la implementación del modelo Flipped Classroom. Posteriormente, iniciando la fase de desarrollo, se diseñaron y validaron los instrumentos de entrada (pre-test de conocimientos) y de salida (test de conocimientos y encuestas tipo Likert), junto con la rúbrica de observación semiestructurada de sesiones presenciales. Se elaboraron los videos explicativos (montados en el canal de YouTube “Profe Javier T.) de los temas disciplinares relacionados con los conceptos de bioquímica a transponer (electroforesis de proteínas para análisis cualitativo, polielectrolitos, pH, autoionización del agua, función estructura y clasificación de proteínas) para el curso de química de los grados décimo y undécimo del I. E. D. Funza, sede Furatena, aputando todos al desarrollo del proceso de Transposición Didáctica de

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Profesores</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 31-05-2019	Página 14 de 127	

conceptos. Simultáneamente, se realizó la revisión bibliográfica, la validación de los instrumentos de evaluación de actitudes frente al uso del modelo Flipped Classroom, del test de conocimientos y del formato de observación semiestructurada (para las observaciones de las sesiones presenciales). En la fase de desarrollo, se aplicó la prueba de conocimientos de entrada (pre-test), se efectuó la observación de los videos por parte de los estudiantes, con la respectiva retroalimentación teórica en sesiones presenciales (2 sesiones), se aplicó la prueba de conocimientos de salida (test) y se definieron las bases de datos para análisis multivariado de las metodologías SSA y POSAC. Finalmente la propuesta pedagógica con base en el modelo Flipped Classroom, se evaluó con relación a los resultados obtenidos en las pruebas de conocimiento disciplinar y su impacto en términos actitudinales de los estudiantes respecto a la transposición de conceptos mediante la aplicación del modelo.


El constructo actitudinal se evidenció mediante la aplicación del cuestionario tipo Likert de salida, con su respectivo análisis a partir de escalogramas POSAC y SSA, que permitieron mediante su análisis, la triangulación entre las fuentes de información, los datos empíricos y la percepción del investigador.

Conclusiones

Se logró estructurar, implementar y evaluar la propuesta, enfocada en la Transposición Didáctica de conceptos mediante el modelo pedagógico Flipped Classroom, resignificando la práctica pedagógica sustentada en una combinación entre el uso de las TIC y encuentros presenciales de clase, para profundizar y aclarar conceptos relacionados con la idea de polielectrolito, por medio de las plataformas virtuales utilizadas. En tal sentido, los estudiantes manifestaron en sus percepciones cambios actitudinales favorables generados al desarrollar metodologías relacionadas con el constructivismo, frente a los estilos tradicionales de corte inductivista.

El instrumento diseñado, validado e implementado para evaluar el estado inicial de los conceptos en los estudiantes y su nivel de transposición en la prueba de salida, confirma la tendencia de transformación conceptual mediante análisis no paramétrico desde el test de Wilcoxon, mostrando evidencia estadísticamente significativa de diferencias entre las medianas del antes (pre-test de conocimientos) y el después (test de conocimientos) del proceso de intervención didáctica.

Por otra parte, el instrumento ajustado para evaluar las categorías deductivas y sus componentes, desde el constructo actitudinal hacia el Flipped Classroom, tiene una alta fiabilidad y consistencia interna de acuerdo al coeficiente alfa de Cronbach obtenido (0,876), lo cual evidencia que los ítems en escala Likert miden un mismo constructo y se encuentran altamente correlacionados. Mediante

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Profesores</small>	<i>FORMATO</i>	
	<i>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</i>	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 31-05-2019	Página 15 de 127	

el coeficiente alfa de Cronbach, también fue posible encontrar que el análisis por componentes debido a su mejor correlación, es más adecuado que el obtenido desde las categorías iniciales, lo que también fue confirmado mediante el análisis dimensional multivariado SSA, que junto con el formato de la encuesta, se encontraba también afinado para el análisis por metodología POSAC, con el fin de evaluar tendencias del grupo objetivo hacia el mismo constructo.

El instrumento validado parcialmente y por juicio de expertos, mostró una favorabilidad del 72,22% del total del grupo objetivo, lo cual indica, en términos generales, una actitud positiva hacia la Transposición Didáctica de conceptos por medio del modelo Flipped Classroom en el colectivo intervenido.

En resumen, se puede concluir respecto al hecho de la implementación del modelo Flipped Classroom para la Transposición Didáctica de conceptos, como un aporte positivo en lo referente al aprendizaje y también en lo concerniente a un cambio actitudinal en los estudiantes del grupo objetivo.

Elaborado por:	Triviño Mancera, Wilson Javier
Revisado por:	Casas Mateus, Jaime Augusto

Fecha de elaboración del Resumen:	28	04	2019
--	----	----	------

Tabla de contenido

Tabla de contenido	16
Lista de tablas	19
Lista de gráficas	21
Lista de figuras.....	22
1. Introducción	23
2. Justificación	24
3. Definición del problema.....	25
4. Objetivos	26
4.1. Objetivo general.....	26
4.2. Objetivos Específicos.....	26
5. Marco de referencia	27
5.1. Antecedentes	27
5.2. Actitudes	28
5.2.1. Actitudes hacia el aprendizaje mediante el modelo Flipped Classroom.	33
5.2.2. Escalas de actitud.	35
5.2.2.1. Tipos de escalas	36
5.2.2.2. Escalas Likert.....	36
5.2.2.3. Construcción de escalas Likert	37
5.2.2.4. Validación de las escalas Likert.....	38
5.3. Expectativas de la educación virtual.....	39
5.4. Procesos de aprendizaje mediante la Transposición didáctica	44
5.5. Problemas en la enseñanza de la electroforesis.	50
5.6. Fundamentos conceptuales	51
5.6.1. Biomoléculas.....	51
5.6.2. Polielectrolitos	52
5.6.3. Proteínas.....	53
5.6.4. Aminoácidos.	55
5.6.5. pH.....	57
5.6.6. Electroforesis.	58
5.6.7. Flipped Classroom.	60
5.6.8. Transposición didáctica.	69
5.6.9. Enseñanza de la bioquímica.....	72

5.6.10. Escalogramas de Orden Parcial (POSAC).....	74
5.6.11. Smallest Space Analysis (SSA).	77
6. Marco metodológico	77
6.1. Tipología de la investigación	77
6.2. Muestreo y muestra.....	79
6.3. Etapas del diseño metodológico.....	79
6.3.1. Fase inicial	81
6.3.2. Fase de desarrollo	81
6.3.3. Fase final	82
6.4. Variables de estudio.....	82
7. Resultados	83
7.1. Fase inicial	83
7.1.1. Diseño y estructuración de clases con base en el modelo Flipped Classroom enfocado hacia la Transposición Didáctica.	83
7.2. Fase de desarrollo	85
7.2.1. Diseño y validación de instrumentos (Momento 1).	85
7.2.1.1. Instrumento para valoración de preconceptos (estado inicial) relacionados con la técnica de laboratorio de electroforesis.....	85
7.2.1.2. Instrumento para valorar actitudes hacia el Flipped Classroom como modelo de Transposición Didáctica de conceptos relacionados con la técnica de electroforesis.	86
7.2.1.3. Confiabilidad interna del instrumento de reconocimiento y valoración de actitudes relacionadas con el modelo Flipped Classroom.....	86
7.2.2. Estado preconceptual de los estudiantes, respecto a los conceptos relacionados con polielectrolito y la técnica de electroforesis (Momento 2).	87
7.2.3. Profundización conceptual por medio de sesiones presenciales (Momento 3)	88
7.2.4. Aplicación test de conocimientos y encuesta para valorar la promoción actitudinal hacia el modelo Flipped Classroom (Subfase 4).	90
7.3. Fase final	93
7.3.1. Análisis del nivel de Transposición Didáctica a partir de las pruebas pre y pos de test de conocimientos	93
7.3.2. Instrumento para evaluar el constructo actitudinal hacia el uso del Flipped Classroom como modelo pedagógico para Transposición Didáctica de conceptos. 98	
7.3.2.1. Validación de las variables de estudio por medio del coeficiente alfa de Cronbach y análisis multivariado SSA (Smallest Space Analysis).....	98
7.3.3. Análisis de tendencias respecto a la favorabilidad actitudinal hacia el uso del modelo Flipped Classroom para Transposición Didáctica de conceptos mediante POSAC. 103	

7.3.3.1. Análisis POSAC para la muestra general.	103
Conclusiones	109
Sugerencias	110
BIBLIOGRAFÍA	112
ANEXOS	119

Lista de tablas

<i>Tabla 1.</i> Punto de vista teórico tri-componencial de la actitud (Cheung, 2007; Elejabarrieta e Iñiguez, 1984).	28
<i>Tabla 2.</i> Artículos respecto al constructo de las actitudes, publicados con la autoría de Manuel F. Molina.	31
<i>Tabla 3.</i> Artículos respecto al constructo de las actitudes, publicados con la autoría de María Silvina Reyes.	32
<i>Tabla 4.</i> Artículos respecto al constructo de las actitudes, publicados con la autoría de Derek Cheung.	32
<i>Tabla 5.</i> Tipos de escalas referidas por Elejabarrieta e Iñiguez, (1984).	36
<i>Tabla 6.</i> Comparación UNAD – país en relación con la denominada “primera deserción” (abandono por dos semestres consecutivos) 2003 -2007.	41
<i>Tabla 7.</i> Clasificación general de las proteínas según su composición molecular.	53
<i>Tabla 8.</i> Clasificación de algunas proteínas según su función.	55
<i>Tabla 9.</i> Roles de algunos integrantes de la comunidad educativa en el proceso de aprendizaje desarrollado por el modelo Flipped Classroom.	63
<i>Tabla 10.</i> Tabla comparativa de diferencias existentes entre el modelo tradicional y el modelo de aprendizaje Flipped Classroom.	65
<i>Tabla 11.</i> Ventajas y desventajas en el uso del modelo Flipped Classroom.	65
<i>Tabla 12.</i> Tipos de Flipped Classroom (Tourón y Santiago, 2014).	66
<i>Tabla 13.</i> Herramientas útiles para la construcción de procesos educativos interactivos.	68
<i>Tabla 14.</i> Ejemplos de perfiles de apoyo mostrando las diferencias a nivel cuantitativo y cualitativo.	75
<i>Tabla 15.</i> Fases del desarrollo metodológico de la investigación.	79
<i>Tabla 16.</i> Variable central y categorías de estudio.	82
<i>Tabla 17.</i> Variables, categorías de análisis, componentes, conceptos a transponer y actividades de la fase.	83
<i>Tabla 18.</i> Videos para intervención didáctica a partir del modelo Flipped Classroom.	84
<i>Tabla 19.</i> Grupos conceptuales para validar preconceptos de los estudiantes en bioquímica.	85

<i>Tabla 20.</i> Componentes, categorías e ítems del instrumento para valorar actitudes	86
<i>Tabla 21.</i> Valoración preconceptual, de los estudiantes que conforman el grupo objetivo.	87
<i>Tabla 22.</i> Instrumento de observación semiestructurada para las sesiones presenciales de profundización de conceptos.	89
<i>Tabla 23.</i> Resultados test de salida, de conceptos de bioquímica relacionados con la técnica de electroforesis.	90
<i>Tabla 24.</i> Ponderado obtenido por categoría.	92
<i>Tabla 25.</i> Valoración comparativa de grupos conceptuales y resultado final pre - test y test de conocimientos.	93
<i>Tabla 26.</i> Datos estadísticos de contraste, mediante prueba de Wilcoxon para grupos conceptuales y test general.	95
<i>Tabla 27.</i> Datos para validar las variables de estudio (categorías y componentes).	100
<i>Tabla 28.</i> Pertinencia del reactivo en la categoría mediante coeficiente alfa de Cronbach.	100
<i>Tabla 29.</i> Pertinencia del reactivo en el componente mediante coeficiente alfa de Cronbach.	101
<i>Tabla 30.</i> Base de datos para análisis SSA y POSAC.	102
<i>Tabla 31.</i> Tabla de coeficientes de monotonidad entre los componentes de análisis.	104
<i>Tabla 32.</i> Tabla de perfiles generada por POSAC.	105
<i>Tabla 33.</i> Porcentaje de favorabilidad con respecto al modelo Flipped Classroom como estrategia de aprendizaje con base en los perfiles de POSAC.	107
<i>Tabla 34.</i> Coeficiente de monotonidad entre ítems y factores (ejes).	108

Lista de gráficas

Gráfica 1. UNAD. Principales causas de abandono estudiantil, según variables.	42
Gráfica 2. Valoración de los grupos conceptuales con base en los resultados obtenidos por los estudiantes en el pre - test de conocimientos.	88
Gráfica 3. Valoración prueba de conocimientos (salida), de conceptos de bioquímica relacionados con la técnica de electroforesis.	91
Gráfica 4. Valor ponderado por categoría de análisis.	92
Gráfica 5. Análisis comparativo entre valores pre-test y test de conocimientos, respecto a los grupos conceptuales a transponer y el correspondiente resultado final de las pruebas.	94

Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> El cálculo del alfa de Cronbach, mediante la varianza de los ítems. (Cronbach, 1951, p. 299).	38
<i>Figura 2.</i> Intervalos para los valores del alfa de Cronbach y criterio de fiabilidad (Cronbach, 1951, p. 312).	38
<i>Figura 3.</i> Representación del enlace peptídico.	54
<i>Figura 4.</i> Clasificación de las proteínas según su estructura o conformación.	54
<i>Figura 5.</i> Representación de la estructura molecular de un aminoácido.	55
<i>Figura 6.</i> Clasificación de los aminoácidos.	56
<i>Figura 7.</i> Escala de pH.	57
<i>Figura 8.</i> Niveles de taxonomía de Bloom para el aprendizaje. Modelo tradicional frente al modelo Flipped Classroom.	64
<i>Figura 9.</i> Transposición didáctica <i>Stricto Sensu</i>	71
<i>Figura 10.</i> Transposición didáctica <i>Sensu Lato</i>	71
<i>Figura 11.</i> Proceso de transposición didáctica (descontextualización y recontextualización).	72
<i>Figura 12.</i> Solución espacial del POSAC.	75
<i>Figura 13.</i> Análisis dimensional SSA (Smallest Space Analysis)	102
<i>Figura 14.</i> Mapa POSAC (escalograma) de los perfiles generados por el instrumento.	106

1. Introducción

Algunos términos específicos característicos de las “ciencias duras” (Kreimer, P., 2005) o exactas, pueden generar errores potenciales en los estudiantes cuando ellos construyen sus modelos mentales con base en preconceptos propios, por este motivo, se pueden establecer discursos “recortados y simplificados” en ellos (Galagovsky, L. y Bekerman, D., 2014).

Es de entenderse, cómo en una primera instancia, algunos términos de la bioquímica pueden ser familiares a los estudiantes en términos del abordaje de problemas experimentales o de la explicación somera de algunos fenómenos de la naturaleza; sin embargo, cuando los términos técnicos comienzan a abordarse desde un lenguaje más agudo, aparecen errores conceptuales que deben plantearse desde una forma de “aprendizaje diferente” (Adúriz Bravo, 2002; Quintanilla, 2005).

Tal amplitud de campos de acción e investigación, hace pertinente y necesario realizar un acercamiento desde los conceptos científicos hacia la didáctica de las ciencias, lo cual debe llevar a un manejo responsablemente ético de la información que se enseña y cómo se enseña.

Conviene entonces, hacer una mirada al terreno propio de la didáctica de la bioquímica y particularmente a la Transposición Didáctica del concepto de polielectrolito, que en buena medida se propone como una forma de resolver la dicotomía existente entre “hablar ciencia” y “comprender ciencia” (Galagovsky, Bekerman, Di Giacomo y Alí, 2014).

En particular se pretendió afinar y ajustar, en un trabajo de corte colaborativo, mediante prácticas puntuales que usan la técnica de electroforesis en gel de acrilamida – bisacrilamida y SDS (dodecil sulfato de sodio), con base en el concepto de masa molar de las partículas a separar (desde la consideración de su tamaño) y su carga eléctrica, como técnica relevante en el análisis de biomoléculas, tomando como estrategia de estudio el modelo pedagógico “*Flipped Classroom*” (aula invertida) para ser implementado con estudiantes de educación media, de la I.E.D. Funza, de la sede Furatena, apuntando a la *Transposición Didáctica* como vía para el afianzamiento de conceptos, que permitan un nivel de comprensión competente de la significación de los mismos, para su posterior ejecución (Camarena, P., 2001).

Por otra parte, para el análisis de resultados se acudió a la técnica de análisis multivariado por escalogramas POSAC, (Partial Order Scalogram Analysis by base Coordinates) y SSA (Smallest Space Analysis), para adecuar las categorías de estudio frente a la evaluación de actitudes de los estudiantes hacia el modelo de aprendizaje Flipped Classroom (aula invertida), para la transposición de algunos conceptos relacionados con el tema de polielectrolito.

2. Justificación

El presente trabajo se propuso estructurar una propuesta de Transposición Didáctica, tomando como base el modelo de Flipped Classroom (Anderson, V., y Walvoord, B. 1998), como un medio alternativo de realizar la transposición didáctica de conceptos (Verret, M. 1975), en la que se diseñan diferentes fases de transformación del conocimiento a ser enseñado proveniente del “saber sabio” (Verret, M. 1975), al “conocimiento a ser aplicado” (Camarena, P., 2001), soportada en el diseño de clases relacionadas con la técnica de electroforesis vertical en gel de poliacrilamida para verificar la separación de mezclas de proteínas e identificar su identidad, resaltando la importancia que tienen los ambientes virtuales (canal de YouTube en este caso) en el acercamiento del conocimiento teórico - práctico de la bioquímica. Se pretendió en síntesis profundizar en el manejo conceptual de polielectrolito (electroforesis de proteínas), para desarrollar habilidades que permitieran asumir didácticamente algunos conceptos, con estudiantes de grados décimo y undécimo de la Institución Educativa Departamental del municipio de Funza (sede Furatena).

Por otro lado, metodológicamente, la investigación se enmarca en la investigación-acción, como una forma de contribuir a la mejora de la práctica educativa y a los procesos enseñanza, diseñando clases (editadas con el programa de Movie Maker en el caso del investigador del presente trabajo) en ambientes virtuales, entendido como un espacio alternativo para generar la transposición de conceptos aplicables a la investigación científica.

El diseño de instrumentos (prueba de conocimientos disciplinares, encuesta tipo Likert estableciendo las categorías de diagnóstico, formato de observación semiestructurada y rúbrica de evaluación de pruebas) se realizó para evaluar la percepción de los estudiantes hacia el modelo Flipped Classroom, interpretando la actitud desde tres componentes: el *componente cognitivo* con sus categorías de utilidad, importancia y dificultad; el *componente afectivo* con sus categorías de

interés y disfrute y el *componente conductual* con sus categorías de eficacia y control (Abdullah, Mohamed e Ismail, 2007). El “Análisis dimensional no paramétrico” (Smallest Space Analysis – SSA), permite categorizar las variables de estudio y POSAC (Partial Order Scalogram Analysis by base Coordinates) analiza las tendencias de tales percepciones o actitudes.

Con base en lo expuesto, es consecuente analizar la importancia que tiene para el desarrollo de la humanidad y de la ciencia, no solamente la comprensión del conocimiento recibido, sino la intervención del desarrollo tecnológico en su aplicación, siendo este el motivo por el cual, con este trabajo de tesis de maestría, se pretendió una mejor integración de los contenidos curriculares de bioquímica, teniendo como eje articulador la técnica de electroforesis vertical en gel de poliacrilamida, como uno de los procedimientos realizados en el trabajo de laboratorio, para poder vincular el manejo de ayudas virtuales, la comprensión y profundización de la teoría en algunos de los conocimientos importantes de la bioquímica.

3. Definición del problema

Se parte desde la premisa que todos los estudiantes saben “algo”, pero cometen errores conceptuales (Galagovsky, L. y Bekerman, D., 2014), debido a que cada uno de ellos tiene su propia forma de relatar, describir, interpretar, narrar y argumentar y tratan de reconstruir sus explicaciones a partir de recuerdos aislados y descontextualizados (Galagovsky, L., 2009). Para ello la “Flipped Classroom” (aula invertida), se establece como un importante modelo pedagógico para “transponer conceptos técnicos” que permite expresar los contenidos técnicos en contenidos didácticos, que influyen de manera importante en las construcciones de saberes de los estudiantes, potenciando a su vez su red conceptual.

Sin embargo, al momento de ser aplicados tales conceptos técnicamente, se presenta otra dificultad con respecto a la comprensión del alcance práctico de los conocimientos en la cotidianidad, sobre todo si no prevalecen las prácticas en el desarrollo académico, en este caso, lo que concierne a la utilización de la praxis cotidiana de conocimientos en bioquímica, como puede ser la aplicación de la técnica de electroforesis para separar, analizar y cuantificar biomoléculas, como lo son las proteínas séricas.

Con el presente trabajo se procuró analizar y evaluar las actitudes hacia la propuesta de usar la “Flipped Classroom” (aula invertida), para transponer algunos conceptos bioquímicos tales como: función de relación entre estructuras primaria, secundaria y terciaria de las proteínas y su fisiología, estructura y clasificación de aminoácidos, enlace peptídico, estructuras de la proteína (primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria), desnaturalización de las proteínas, agentes desnaturalizantes de las proteínas, clasificación de las proteínas según su función, separación de proteínas basada en solubilidad, tamaño, carga y afinidad, polielectrolito y punto isoelectrónico (entre los más relevantes); apuntando a un grupo objetivo de estudiantes de grados décimo y undécimo (de los cuales, se postularon voluntariamente 43 y se seleccionaron 20, para conformar el semillero de investigación en ciencias de la Institución Educativa Departamental del municipio de Funza - sede Furatena), con el fin de apropiarse y llevar a la práctica el conocimiento científico, tomando como eje articulador la técnica de electroforesis vertical en gel de poliacrilamida SDS - PAGE, acercando la experiencia real de investigación en laboratorio, hacia ámbitos de estudio a nivel de secundaria, fundamentando la docencia en el uso de las *Tecnologías de Información y Comunicación (TIC)*, para la posterior socialización en aula de clase.

En tal sentido, se formuló la siguiente pregunta de investigación: ¿En qué medida se identifica una actitud favorable hacia la implementación del modelo Flipped Classroom desde un ejercicio de transposición didáctica para la enseñanza del concepto de polielectrolito y que eficacia evidencia en términos de la promoción del aprendizaje en un colectivo de estudiantes de educación media?

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Evaluar las actitudes hacia el modelo Flipped Classroom, de un grupo de estudiantes de educación media, luego de su implementación como propuesta de Transposición Didáctica para el concepto de polielectrolito y evaluar su eficacia en términos de la promoción de aprendizaje.

4.2. Objetivos Específicos

- Estructurar y aplicar una propuesta de transposición didáctica con base en el modelo de Flipped Classroom para enseñar el concepto de polielectrolito en un colectivo de educación media.

- Evaluar las actitudes del grupo intervenido hacia el modelo Flipped Classroom y evaluar su eficacia en términos conceptuales.

5. Marco de referencia

5.1. Antecedentes

Aunque no se encontraron referentes con respecto a experiencias específicas de la enseñanza de conceptos de bioquímica relacionados con la técnica de electroforesis a través del modelo Flipped Classroom, en los siguientes antecedentes se presentan una serie de documentaciones acerca de algunas investigaciones que desde la perspectiva de la transposición didáctica de conceptos, establecen parámetros y condiciones para el acercamiento del “saber sabio” al “saber enseñable” (Verret, M., 1975), en los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales. Sin embargo, con respecto al “saber enseñable” mediante el modelo Flipped Classroom, se ha usado para estudiar procedimientos de emergencia en hematología, tal y como lo proponen Barrie, Mayer y Kaide (2019), en el Journal of Education and Teaching in Emergency Medicine. En cuanto a la Transposición Didáctica de conceptos usando Tecnologías de la Información, el referente más cercano al presente trabajo de tesis de maestría, lo presenta Velandia, R. (2013) con su proyecto para tesis de grado de Maestría en Educación de la Universidad Nacional de Colombia, titulado “La Transposición Didáctica de Conceptos de Química y su Relación con la Enseñanza de las Ciencias de la Salud en el Diseño del Aula Virtual QUISAS”. Propone el diseño de un aula virtual para facilitar el proceso de transposición didáctica de conceptos propios de la química y su relación con la enseñanza en ciencias de la salud, como apoyo a las tutorías de Bienestar Universitario de la Facultad de Medicina, para aquellos estudiantes que cursan la asignatura de química en el primer semestre de medicina, odontología, enfermería y nutrición.

Adicionalmente en este proceso de indagación, se registran algunas investigaciones relacionadas con la implementación del modelo Flipped Classroom y el aprendizaje mediante procesos de Transposición Didáctica, consultando artículos científicos y tesis, accediendo a bases de datos como: Eric, Dialnet, SciELO, Redalyc y Trabajos Doctorales en la Red (TDR), en el

repositorio de la Universidad Pedagógica Nacional, e incluso las URL de las diversas revistas que sobre educación centran sus publicaciones a nivel mundial.

5.2. Actitudes

En los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, se encuentran tanto estudiantes que se apropian y se aproximan al conocimiento científico, como los que no. Estas conductas denotan actitudes que pueden ser positivas o negativas de los estudiantes hacia la ciencia, que pueden tomarse como predisposiciones que desempeñan un papel importante en la comprensión significativa de los conceptos científicos, siendo de interés para la comunidad de investigación en educación científica.

Frente a la necesidad de precisar el constructo de las actitudes, Cheung (2007) considera que la actitud es un constructo hipotético utilizado por los psicólogos; no es directamente observable; su existencia sólo puede inferirse a partir de respuestas observables. Por otra parte, se conocen tres puntos de vista teóricos principales sobre la esencia de las actitudes: el punto de vista tri-componencial, el punto de vista de las entidades separadas y el punto de vista del proceso latente. El punto de vista tri-componencial sostiene que una actitud es una entidad única, pero tiene tres componentes: afectivo, conductual y cognitivo, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Punto de vista teórico tri-componencial de la actitud (Cheung, 2007; Elejabarrieta e Iñiguez, 1984).

Punto de vista teórico	Componente	Descripción
Tri-componencial	Afectivo	Refiere a los sentimientos, emociones o al grado de agradabilidad que uno tiene hacia un objeto.
	Conductual	Refiere a las tendencias de acción o el comportamiento del individuo hacia el objeto.
	Cognitivo	Refiere a la creencia que uno tiene sobre el objeto.

El segundo punto de vista, supone que los tres componentes antes mencionados son entidades distintas y separadas, siendo el término actitud reservado sólo para el componente afectivo. El

tercer punto de vista conceptualiza a las actitudes como una variable latente que puede ayudar a explicar la relación entre ciertos eventos de estímulo observables y las respuestas, también observables. Se supone que los eventos de estímulo provocan algunos procesos latentes dentro del individuo y que las actitudes resultan de estos procesos ocultos cognitivos, afectivos o conductuales. Las respuestas observables pueden mostrarse como respuestas cognitivas, respuestas afectivas y conductuales, pero no necesariamente todas las actitudes pueden producir los tres tipos de respuestas. En otras palabras, una actitud puede mostrarse en uno, dos o tres tipos de respuestas observables. No obstante que generalizadamente se suele aceptar que la actitud constituye una predisposición organizada para pensar, sentir, percibir y comportarse ante un objeto (Elejabarrieta e Iñiguez, 1984).

Por su parte Johnston (1997), afirma que pueden ser las posturas o posiciones adoptadas, expresiones de puntos de vista o pensamientos que tienen un efecto sobre el comportamiento, las ideas o las emociones del estudiante. A su vez, el autor argumenta que el comportamiento cognitivo y conductual del estudiante es consecuencia de sus actitudes afectivas, afirmando que la forma en que nos comportamos es un resultado de una interrelación de cómo pensamos y cómo nos sentimos; en tal sentido, al poder evidenciar las actitudes en determinados comportamientos o conductas, se hace posible dilucidar cómo medir o evaluar las actitudes, siendo las técnicas más populares según Espinosa y Román (1998), la escala de Likert y el diferencial semántico.

Con base en los problemas de actitud hacia el aprendizaje de la química específicamente, surge la necesidad de fomentar actitudes positivas, para alcanzar mejores niveles de apropiación de las ciencias naturales (Salcedo y García, 1997). Así, la disminución en el interés de los jóvenes por seguir carreras relacionadas con las ciencias exactas, hace de la promoción de actitudes favorables hacia la ciencia, los científicos y el aprendizaje de las ciencias naturales, un componente que debe generar una importante preocupación por la educación científica. Sin embargo, el concepto de actitud hacia la ciencia es algo ambiguo, a menudo pobremente articulado y no bien entendido (Osborne, Simon, y Collins, 2003), llegando a instancias de desaprobación por parte de investigadores aislados ante este tipo de propuestas y que desconocen la importancia de las actitudes.

Considerar las actitudes hacia el aprendizaje de la química, es partir de las aproximaciones iniciales del estudiante hacia este campo del conocimiento desde la edad más temprana posible,

según Gagné (1971): “el aprendizaje consiste en un cambio de la disposición o capacidad humana, con carácter de relativa permanencia y que no es atribuible simplemente al proceso de desarrollo”. En tal dirección, el papel del maestro como experto del currículo y potenciador de las actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias, se centra en proponer actividades de alta calidad, en espacios óptimos de crecimiento intelectual para los estudiantes, con el objetivo de superar el temor de la incapacidad y direccionar un actuar propio hacia la construcción de ciencia, particularmente de la química en una interrelación entre profesor y estudiante.

En el contexto colombiano, específicamente en Bogotá Distrito Capital, se destacan las contribuciones del investigador Manuel F. Molina (tabla 2), en cuanto a la definición del constructo actitud hacia la química como las opiniones cognitivas y emocionales acerca de varios aspectos de la química (Molina , Carriazo, y Farias, 2011), al identificar las actitudes tanto negativas como positivas de los estudiantes, de manera concluyente sugiere a los docentes mejorar estas percepciones para poder incidir en mejores desempeños, realizando propuestas que tengan en cuenta los intereses de los estudiantes. En un estudio transversal a lo largo de diferentes grados escolares, se encuentran actitudes favorables hacia el estudio de las ciencias naturales, que van en disminución progresiva a medida que avanza el grado de escolaridad, se ratifican las actitudes negativas de los estudiantes a las posibilidades futuras de trabajar en el ámbito científico y con manifestaciones recurrentes sobre imaginarios de complejidad hacia la actividad científica (Molina, Carriazo y Casas, 2013), algo que puede incidir en la disminución en el interés de los jóvenes en seguir carreras relacionadas con el ámbito de las ciencias exactas. Los autores no solo se limitan a la medición de las actitudes, sino que dentro de sus objetivos se enfatiza en la importancia de generar motivación en el aula con intervenciones metodológicas que mejoren las actitudes hacia la ciencia, como lo propone con la implementación de un kit de trabajos prácticos de laboratorio, que resultaría ser una herramienta efectiva para la estimulación y promoción de actitudes positivas hacia las ciencias naturales (Molina , Palomeque, & Carriazo, 2016), con mejoras importantes en la construcción de conocimiento.

Tabla 2. Artículos respecto al constructo de las actitudes, publicados con la autoría de Manuel F. Molina.

Ítem	Título del documento	Año de publicación	Vol.	No.	Revista	Autor(es)
1	Actitudes hacia la química de estudiantes de diferentes carreras universitarias en Colombia	2011	34	9	Química Nova	Molina, M.F., Carriazo, J.G., Farías, D.M.
2	Estudio transversal de las actitudes hacia la ciencia en estudiantes de grado quinto a undécimo. adaptación y aplicación de un instrumento para valorar actitudes	2013	33	--	Revista TED	Molina, M.F., Carriazo, J.G., y Casas, J.
3	Experiencias en la enseñanza de la química con el uso de kits de laboratorio	2016	20	--	Entre ciencia e ingeniería	Molina, M.F., Palomeque, L. A. y Carriazo, J.G.,

Por su parte, la investigadora María Silvana Reyes (tabla 3), en el desarrollo de su tesis doctoral, al evaluar la actitud frente a la química de alumnos de las carreras de Licenciatura en Biodiversidad y Profesorado en Biología, encuentra una fuerte relación existente entre las actitudes y el rendimiento de los estudiantes (Reyes, 2015), mejorando progresivamente desde actitudes indiferentes o negativas, hacia actitudes positivas a medida que avanza la carrera. La autora, define la actitud como la suma total de inclinaciones, sentimientos, prejuicios, nociones preconcebidas, temores, amenazas o convicciones del individuo acerca de un asunto determinado (Reyes, Porro, y Pirovani, 2015), en uno de sus estudios con colaboradores, donde se revalida una evolución actitudinal positiva mostrada hacia la química conforme avanza la preparación profesional de los estudiantes. De estas investigaciones, resulta un aporte sobre instrumentos de medición de actitudes; respecto a una comparación entre las técnicas de diferencial semántico y cuestionarios Likert (Reyes, Porro, y Pirovani, 2015), donde se evidencia que los dos métodos no miden en forma equiparable las actitudes y que no son intercambiables, pues no se obtienen los mismos resultados con ambos tipos de instrumentos.

Tabla 3. Artículos respecto al constructo de las actitudes, publicados con la autoría de María Silvina Reyes.

Ítem	Título del documento	Año de pub.	Vol.	No .	Revista	Autor(es)
1	Actitudes hacia la química de estudiantes de carreras biológicas	2015	--	--	Tesis Doctoral	Reyes, M. S.
2	Actitudes hacia la química en estudiantes universitarios conforme avanzan en la carrera	2015	11	--	Revista de la Facultad de Ciencias Químicas	Reyes, M. S., Porro, S., y Pirovani, M. E.
3	Comparación de las técnicas Likert y diferencial semántico para valorar las actitudes hacia la química de ingresantes a carreras biológicas	2015	53	--	PPDQ Boletín	Reyes, M. S., Porro, S., y Pirovani, M. E.

Por otra parte, se resaltan los aportes del doctor Cheung Sin-pui, Derek (tabla 4), quien discrepa de las investigaciones acerca de la actitud que se han desarrollado, la falta de justificación teórica y la ausencia de evidencia empírica, para apoyar el carácter multidimensional del constructo de la actitud, para lo cual se vale de la literatura sobre las teorías psicológicas de las actitudes y sobre la ciencia escolar (Cheung, 2007). El autor, además, conceptualiza la "actitud hacia la química escolar" como un conjunto de reacciones afectivas de un estudiante, creencias evaluativas y tendencias conductuales hacia al aprendizaje de la química en la escuela (Cheung, 2009).

Tabla 4. Artículos respecto al constructo de las actitudes, publicados con la autoría de Derek Cheung.

	Título del documento	Año de publicación	Vol.	No.	Revista	Autor(es)
1	Confirmatory factor analysis of the attitude toward chemistry lessons scale	2007	--	--	Proceeding of the 2nd nice symposium July 30-31, 2007, Taipei, Taiwan	Cheung, Derek.
2	Students' attitudes toward chemistry lessons: the interaction effect between grade level and gender	2009	39	1	Research Science Education.	Cheung, Derek.

Sin duda, estas publicaciones permiten evidenciar y medir las actitudes de los estudiantes, resultando estas tanto negativas como positivas, dando lugar a la promoción de habilidades propias

de las ciencias naturales, habilidades investigativas, aprendizaje en el ámbito del laboratorio, reconociendo la necesidad de la renovación curricular y de la relevancia necesaria en la estructura de procesos didácticos de las ciencias naturales, como un recurso para mejorar el aprendizaje de la química.

5.2.1. Actitudes hacia el aprendizaje mediante el modelo Flipped Classroom.

Para Prieto, M. (2017), en su libro dirigido a profesores “Flipped Learning: aplicar el modelo de Aprendizaje Inverso”, afirma que el “aprendizaje inverso” o “Flipped Learning” mejora la consecución de resultados de aprendizaje muy variados, que incluyen la adquisición de conocimientos disciplinares con un nivel de comprensión muy profundo, de manera tal que se facilita su aplicación en nuevas situaciones, potenciando de esta manera el ejercicio de competencias transversales. Esto lo sustenta en la posibilidad de ejercitar varias competencias al mismo tiempo y la liberación del tiempo de clase gracias a la transmisión de la mayor parte de la información básica a través de una plataforma virtual y no en el tiempo de clase presencial. Por parte del docente, será necesario que se comprometa a hacer una inversión de tiempo y esfuerzo adicional para incorporarlo a su ejercicio profesional, pero que se traducirá en clases más eficaces que permiten lograr alcanzar los objetivos propuestos en cada temática, de una forma más rápida y concreta, adicionalmente, aumentará su experticia en el uso de modelos, ejemplos contextualizados y el uso de las TIC. El autor afirma que aquellos docentes que han empezado a implementar el modelo “Flipped Learning” (Flipped Classroom o aula invertida), al ver los resultados obtenidos por sus estudiantes y sus actitudes de compromiso con este método, jamás piensan en dar marcha atrás a modelos basados en las metodologías tradicionales. Según el autor, las competencias de los estudiantes se potencian también gracias a que la comunicación “*unidireccional*” donde el docente es el protagonista, cambia a una comunicación “*bidireccional*” donde el estudiante es responsable en gran parte de su construcción académica e intelectual (perspectiva constructivista) y está en la capacidad de comunicar al docente en tiempos dentro o fuera de clase sus inquietudes, necesidades e intereses. Dentro de las investigaciones de Prieto para su libro, evidencia que el modelo de Flipped Learning genera además un cambio radical en el “rol” del estudiante debido al incremento en el hábito de estudiar de manera más continuada, en virtud a la necesaria preparación antes del inicio de cada tema, además, al encontrar partes del tema que

les genere dudas, les llevará a explorar nuevos conocimientos de manera autónoma y debido a este ejercicio de autorregulación, la evaluación tendrá un tinte más formativo.

Por su parte, Sierra, Dimas y Flórez (2018), a través de la investigación realizada desde un análisis cualitativo, usando el método de Flipped Classroom en la I. E. D. Lacides C. Bersal en Lórica Córdoba, aplicado al aprendizaje de la química para estudiantes de grado décimo, dan cuenta de la dificultad que presenta este método cuando no se logra despertar la motivación en los estudiantes por la asignatura, convirtiéndose el aprendizaje en un simple ejercicio mecánico. Uno de los factores que detectan como de mayor dificultad, es la falta de apropiación del lenguaje de la química; en lo cual debe hacerse énfasis al momento de preparar las clases pertinentes usando herramientas proporcionadas por las TIC. Por otra parte, a partir de una encuesta realizada a algunos docentes, estos revelan que prefieren metodologías constructivistas, que enfatizan en el aprendizaje activo y autorregulado. En conclusión, los autores afirman que el uso de las TIC en la elaboración de clases bajo el modelo Flipped Classroom funciona de la mano con la creatividad del docente para generar motivación por medio del proceso de autoformación y aprovechando la situación favorable en el espacio académico presencial. Para ello es importante tener en cuenta desde los elementos arrojados por la investigación, que se establezca un lenguaje que empiece desde percepciones cotidianamente básicas, que permitan ir afinando cada uno de los conceptos que se quieran transponer.

Desde el estudio de Olakanmi, E. E. (2017), se establecen los efectos que tiene el modelo Flipped Classroom sobre el rendimiento académico y las actitudes de 66 estudiantes de primer año de secundaria hacia la química. Se empleó un diseño experimental previo y posterior a la prueba para asignar a los estudiantes al azar al grupo experimental o al grupo de control. Para evaluar la idoneidad del uso del modelo, los estudiantes se dividieron en dos grupos. Para el primer grupo llamado grupo experimental, los estudiantes recibieron lecciones en video y materiales de lectura, antes de que la clase se revisara en casa. Por otro lado, el segundo grupo siguió la metodología tradicional, y se usó como control. Se aplicaron las pruebas de conocimiento y se realizó una medición de la escala actitudinal hacia la química. Además, el investigador documentó a diario observaciones, experiencias, pensamientos e ideas en el aula con respecto a la intervención didáctica, para enriquecer los datos. Los estudiantes fueron entrevistados al final de la investigación para enriquecer los datos cualitativos también. Los hallazgos de este estudio revelan

que el modelo Flipped Classroom facilita un cambio en la comprensión conceptual de los estudiantes significativamente mayor, respecto al grupo control. Se encontraron diferencias significativas positivas en todas las evaluaciones con los estudiantes a los cuales se les aplicó el modelo con un rendimiento en promedio más alto. Los estudiantes en la condición de Flipped Classroom, se beneficiaron al prepararse para la lección antes de las clases y tuvieron la oportunidad de interactuar con los compañeros y el maestro durante los procesos de aprendizaje en el aula. Los hallazgos respaldan la noción de que los maestros deben recibir capacitación acerca de cómo incorporar el modelo Flipped Classroom en sus procesos de enseñanza y aprendizaje, ya que alienta a los estudiantes a participar directamente y ser activos en su proceso formativo.

5.2.2. Escalas de actitud.

Son instrumentos de medición que permiten el acercamiento a la variabilidad afectiva de las personas respecto a cualquier objeto que cause un impacto psicológico. El principio de su funcionamiento es relativamente simple: un conjunto de respuestas es utilizado como indicador de una variable subyacente (interviniente): la actitud (Elejabarrieta e Iñiguez, 1984).

Thurstone (1928), considera la opinión verbal expresada por los sujetos como indicador de la actitud, un indicio de medida indirecta que es independiente de lo que las personas “sientan en realidad” o de sus acciones. Así, al medir la actitud, no se describe la actitud misma, sino sólo el atributo que se ha medido con la escala. Finalmente, lo que se logra, es hacer un ordenamiento de todos los individuos según sean más o menos favorables a un cierto objeto. Una escala de actitudes (tabla 5) es algo hipotético, que por el tratamiento de conductas verbales nos permite formular una posición o dirección de los individuos sobre la actitud, sobre una línea que tiene un principio y un fin, excluyendo el análisis de la intensidad que reflejan esas conductas (Elejabarrieta e Iñiguez, 1984).

5.2.2.1. Tipos de escalas

Tabla 5. Tipos de escalas referidas por Elejabarrieta e Iñiguez, (1984).

No.	Tipo de escala	Descripción
1	Nominal	Clasifica un objeto en dos o más categorías. El orden de las categorías carece de importancia. Solamente nos proporciona la equivalencia de individuos con relación a los objetos. De este modo no los podemos diferenciar con base al grado en que poseen un atributo, sólo sabremos si lo poseen o no.
2	Ordinales	Establece el orden de los objetos, no aporta ninguna idea sobre la distancia que existe entre ellos, solo clasifica a los individuos en función del grado en que poseen un cierto atributo. Se utilizan respuestas con las categorías: a) totalmente de acuerdo, b) de acuerdo, c) indiferente o neutro, d) en desacuerdo y, e) totalmente en desacuerdo.
3	De intervalo	Sabemos las distancias, pero no el principio métrico sobre el que se han construido los intervalos, con lo cual, no se logra fijar un punto cero y asegurar que una puntuación 2 es dos veces una puntuación 1.
4	De proporción	Se logran construir intervalos iguales, y situar un punto cero de la escala.

5.2.2.2. Escalas Likert

Este método de calificaciones sumadas, pertenece a las escalas de tipo ordinal, utilizan series de afirmaciones o ítems sobre los cuales se obtiene una respuesta por parte del sujeto. Fue desarrollado por R. Likert (1932); es una de las más utilizadas en la medición de actitudes, dentro de sus ventajas esta su sencilla construcción y que posee una más amplia posibilidad de respuestas (Elejabarrieta & Iñiguez, 1984); bajo la perspectiva de considerar las actitudes como una sucesión que va de lo favorable a lo desfavorable, esta técnica, además de situar a cada individuo en un punto determinado, tiene en cuenta la amplitud y la consistencia de las respuestas actitudinales. Constituye una de las técnicas de medida de creencias, preferencias y actitudes más utilizada por los científicos de la conducta (Cañadas y Sánchez, 1998). Se hace referencia a un procedimiento de escalamiento en el que el sujeto asigna los estímulos a un conjunto específico de categorías o cuantificadores lingüísticos, en su mayoría, de frecuencia (siempre, a veces, nunca, etc.) o de cantidad (todo, algo, nada, etc.). La verbalización forzada que supone responder conforme a este formato conlleva una serie de ventajas, entre las que destacamos: menor ambigüedad de respuestas que las obtenidas con otro tipo de cuestionarios, mayor cercanía de las respuestas al objetivo del investigador, permiten recabar más información en menos tiempo, etc. En suma, se puede

considerar que la escala de categorías es relativamente fácil de desarrollar para el investigador, que además es sencilla de comprender y rápida de contestar para el sujeto.

La escala utiliza enunciados o proposiciones, es decir afirmaciones, sobre las que se tiene que manifestar el individuo, por lo tanto, la gente se encontrará ordenada en función de su acuerdo o desacuerdo con estas proposiciones, siempre que estén relacionadas con la actitud dogmática que pretenden medir. La propiedad fundamental de las escalas Likert es la relación monótona (Elejabarrieta e Iñiguez, 1984). Esto implica, que la probabilidad de que una persona acepte o rechace los enunciados de una escala, mantiene una relación monótona con la posición que la persona ocupa en el grado hipotético de la actitud. Por relación monótona, debemos entender el hecho de una pertinente relación entre la aceptación o negación de un elemento, está siempre ligada de forma monótona a la posición que la persona ocupa en la escala. Por forma monótona debe entenderse que crece o decrece en función de la favorabilidad o desfavorabilidad, lo que por último implica necesariamente, que una cierta cantidad de enunciados hayan sido aprobados para que la medida sea posible.

5.2.2.3. Construcción de escalas Likert

En primer lugar, se define el objeto de la variable actitud que se pretende medir (Elejabarrieta e Iñiguez, 1984), en una segunda instancia, se consulta la información pertinente para construir los ítems, para los que los enunciados se extraen de diversas fuentes:

- a) Literatura sobre el objeto de estudio o cualquier otra escala ya construida.
- b) Entrevista previa individual o de grupo enfocada hacia el objeto de estudio, en la que las personas a entrevistar representen claramente algunas de las variables a analizar y finalmente.
- c) La propia intuición del investigador. Con estos dos pasos se tuvo una escala previa que fue valorada en una prueba piloto.

Con esta valoración se efectúa un análisis de los ítems que permiten evidenciar que los mismos son discriminativos y así determinar la necesidad o no de su modificación, lo que permite

configurar la escala. Finalmente, una vez estandarizado el instrumento en contenido se procede a generar los datos empíricos, que permiten evaluar las medianas de cada categoría de las actitudes.

5.2.2.4. Validación de las escalas Likert

Por primera vez en 1951, L. J. Cronbach (Cronbach, 1951), presenta una validación matemática para este tipo de escalas (figura 1), a partir de ese momento el coeficiente obtenido, se estableció como un índice de factor para evaluar el grado en que los ítems de un instrumento están correlacionados es decir para establecer y validar la consistencia interna de un cuestionario, actualmente es posible determinar el coeficiente alfa de empleando MS Excel junto con el paquete estadístico SPSS (González A. y Pazmiño S., 2015).

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

K : El número de ítems
 Si²: Sumatoria de Varianzas de los Items
 ST² : Varianza de la suma de los Items
 α : Coeficiente de Alfa de Cronbach

Figura 1. El cálculo del alfa de Cronbach, mediante la varianza de los ítems. (Cronbach, 1951, p. 299).

El criterio establecido y señalado es que un valor del alfa de Cronbach, entre 0,70 y 0,90, indica una buena consistencia interna para una escala unidimensional. Sin embargo, se pueden considerar los intervalos descritos en la **Error! Reference source not found.2** para definir el índice de consistencia interna. El alfa de Cronbach aparece así, frecuentemente en la literatura, como una forma sencilla y confiable para la validación del constructo de una escala y como una medida que cuantifica la correlación existente entre los ítems que la componen.

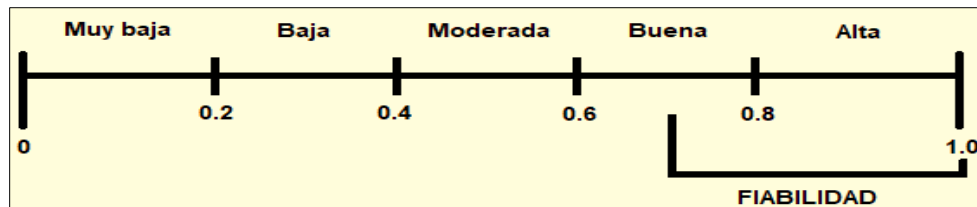


Figura 2. Intervalos para los valores del alfa de Cronbach y criterio de fiabilidad (Cronbach, 1951, p. 312).

5.3. Expectativas de la educación virtual

Desde la visión de Christian Hederich Martínez, profesor de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, las promesas efectuadas por los entusiastas de la educación virtual a través de la aplicación de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), desde la vehemente afirmación que por medio de su uso se lograrán superar muchas de las dificultades que parecen inherentes a nuestro sistema educativo, no han sido cumplidas del todo (Hederich, 2014).

Con el mismo entusiasmo que se introdujo hacia los años ochenta la grabadora de casetes o las primeras aplicaciones de los computadores, se ha incluido la idea de implementar las TIC en los sistemas educativos actuales; que, según el autor, pretenciosa y plausiblemente se han llegado a catalogar como herramientas de una verdadera educación inclusiva. La base de tal idea, se sustenta en el alcance poblacional que tienen los entornos virtuales, que superan por mucho al alcance que tenían los medios tecnológicos introducidos anteriormente. Hoy día con el uso de las TIC, ya la idea de espacio y tiempo fijos para un aprendizaje determinado no son una limitante, lo cual hace posible pensar en un proceso educativo asincrónico entre la entrega de una instrucción formalizada y su recepción por parte del aprendiz. Esta concepción de asincronismo, permite que los estudiantes puedan acceder a la información requerida veinticuatro horas al día, los siete días de la semana sin que se haga necesario que profesor y aprendices se encuentren en un espacio físico determinado al mismo tiempo; o si se piensa en aprendizaje simultáneo, es posible que el uso de las TIC funcione como mediador de los procesos de enseñanza y aprendizaje para estudiantes de muchas partes del planeta “on line”, empleando por ejemplo, los sistemas de video chat o teleconferencia (Tinio 2002).

Por otra parte, cabe afirmar que otra de las ventajas ofrecidas por la educación a través de entornos virtuales, se instaura en el acceso inmediato a multitud de materiales educativos para un número ilimitado de estudiantes; cuando en entornos educativos de naturaleza presencial, los libros u otros útiles pedagógicos necesarios para la construcción del saber, se encontraban en espacios determinados, como bibliotecas y estaban disponibles en cantidades limitadas.

Un elemento más involucrado en los procesos formativos a través del uso de las TIC, se centra en la relación costo – beneficio, que en países de desarrollo económico limitado como el nuestro, no puede dejar de ser un componente fundamental, desde esa visión, la educación virtual hacía

promesas con respecto a que los costos de la educación a distancia podían llegar a ser considerablemente más bajos que aquellos determinados por la necesidad presencial (Strother, 2002).

Esta gran cantidad de ventajas mencionadas, que ofrece el aprendizaje a través de los ambientes virtuales, han permitido que diversos tipos de entidades (públicas, privadas, sin ánimo de lucro, personas naturales, etc.) extiendan ofertas educativas tanto formales como no formales a grupos poblacionales antes excluidos por razones étnicas, sociales, culturales, geográficas, por su discapacidad física, debido a su edad o simplemente que por cuestiones de tiempo no pueden asistir a espacios educativos presenciales.

Otra de las promesas forjadas por los entusiastas de la educación virtual, se acuñó en la idea de un proceso académico menos jerarquizado entre novicios y expertos, donde los procesos de enseñanza y aprendizaje se encuentran en un plano más horizontal y se suceden en una dinámica más cooperativa, logrando una acción pedagógica más inclusiva, personalizada y flexible, como jamás se había logrado en la educación presencial.

Desde la visión de Hederich, se plantean las siguientes preguntas: ¿qué tanto se han cumplido tales promesas? ¿Cuál es la distancia entre lo prometido y lo efectivamente alcanzado? ¿Cómo podemos reducir estas distancias?

Con base en la conjetura del cumplimiento de las promesas generadas por el uso de herramientas TIC para el desarrollo de la educación virtual, Hederich (2014) plantea tres problemas esenciales: 1) los de eficiencia, indicados por los altos niveles de deserción, 2) los de equidad, derivados de las diferencias en los logros de aprendizaje, y 3) los ligados a los altos costos, que limitan de forma importante el acceso.

Uno de los datos que llama la atención, es el nivel de deserción más alto en la educación superior a distancia (reportado por la UNAD), con respecto a las universidades que tradicionalmente tienen sus programas en modalidad presencial como se presenta en la tabla 6.

Tabla 6. Comparación UNAD – país en relación con la denominada “primera deserción” (abandono por dos semestres consecutivos) 2003 -2007.

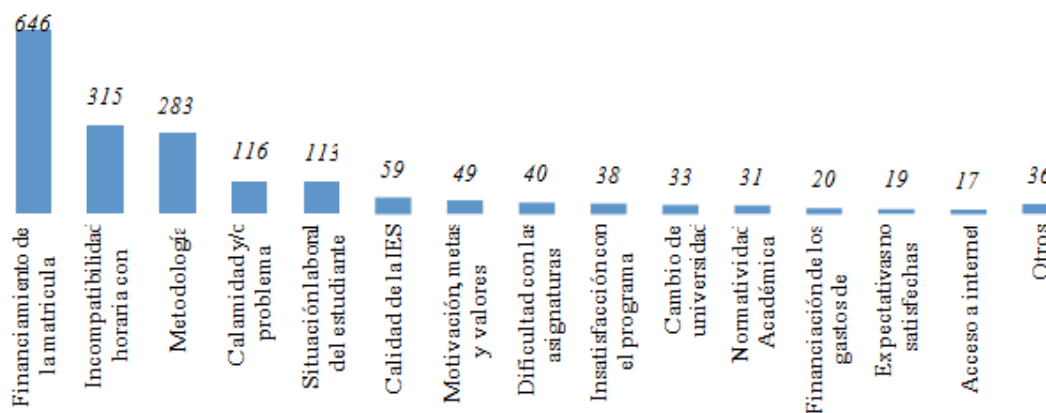
	2003	2004	2005	2006	2007
País	51.6	50.2	48.4	47.5	40.0
UNAD	62.0	59.0	52.0	51.0	42.3

Fuente: Proyecto “Estrategias para disminuir la deserción en Educación Superior”. Subdirección de Desarrollo Sectorial de la Educación Superior. Vice ministerio de Educación Superior. Bogotá, enero de 2007 (Guzmán, 2007).

Probablemente, la calidad entendida en términos de logro – aprendizaje lleva a los estudiantes a tomar la decisión de retirarse del sistema de aprendizaje a distancia, aunque en el “epílogo” comparativo del rendimiento entre los aprendices virtuales y sus correspondientes presenciales, han indicado ausencia de diferencias significativas entre estas dos condiciones (Bernard, Abrami, Lou, Borokhovski, Wade, Wozney, Wallet, Fiset y Huang, 2004). En efecto, aunque los diferentes metaanálisis realizados hasta el momento sobre los resultados de aprendizaje son reiterativos en el hallazgo de la ausencia de diferencias significativas, en todos los casos ha sido notable una considerable heterogeneidad en los resultados (Cavanaugh, 2001; Cavanaugh *et al.*, 2004; Ungerleider y Burns, 2003). Esta ausencia de diferencias junto con la presencia de una considerable heterogeneidad puede ser interpretadas como una situación no concluyente: existen gran cantidad de estudios que muestran mejores resultados de aprendizaje en la educación virtual y, al tiempo, otro gran número de estos que muestran exactamente lo contrario. En suma, todos los efectos no muestran diferencias concluyentes en ninguna dirección (Seifert, Sheppard y Vaughn, 2009). De igual manera, se hallaron resultados con respecto al grado de satisfacción de los estudiantes en cursos presenciales levemente más alto en comparación con los virtuales, aunque no se encontró una diferencia significativamente alta entre uno y otro (Cavanaugh *et al.*, 2004) al comparar resultados de cuestionarios centrados en la actitud hacia el modo de aprendizaje en los dos ambientes.

En síntesis, los datos indican que, los estudiantes que toman cursos virtuales muestran logros de aprendizaje, niveles de satisfacción y actitudes con valores mínimos y máximos mucho más pronunciados que los obtenidos en los cursos presenciales y, en general, una mucha mayor dispersión. Esto significa que los estudiantes que toman estos cursos se diferencian entre sí de forma notable: mientras que algunos presentan altos logros mucho mayores incluso que sus compañeros del aula presencial, otros se sitúan en el extremo contrario, presentando logros mucho

más bajos incluso que los encontrados en los cursos presenciales. ¿Qué podrá representar esto? No más que enormes diferencias entre los estudiantes, lo cual, sin ir más lejos, pasa a ser un problema en sí mismo (Hederich, 2004).



Gráfica 1. UNAD. Principales causas de abandono estudiantil, según variables.

Fuente: Construido a partir de los resultados de la encuesta sobre abandono estudiantil, 2014.

Otro de los problemas actuales con los cursos en línea está relacionado con los costos que, aparentemente, resultan mucho más altos que los presupuestados inicialmente (Sadik y Reisman, 2004). Tal y como lo muestra el estudio de causas de deserción realizado por la UNAD (Universidad Nacional Abierta y a Distancia) en el año 2014, una de las más relevantes se refiere al costo de matrícula estipulado por la institución (gráfica 2). Respecto a los costos de la educación presencial, es importante considerar tres grandes rubros en la educación a distancia basada en el uso de las TIC: infraestructura, diseño y desarrollo de materiales y los de entrega y apoyo docente durante el proceso de aprendizaje (Sadik y Reisman, 2004).

En infraestructura para la educación a distancia, es necesario reconocer la alta inversión inicial en hardware, software, redes y soporte técnico. Estos costos, pueden superar fácilmente a la adaptación de un aula de clase de calidad óptima (y su mantenimiento) para la educación presencial. Con respecto al desarrollo de materiales de uso didáctico en la red, requiere de bastante tiempo y esfuerzo de personal altamente capacitado, además de la preparación para usar herramientas sofisticadas y costosas. Desde tal punto de vista la relación costo – beneficio, se hace menos sesgada usando materiales más simples en la educación presencial (como archivos de

texto), que los materiales multimedia de carácter interactivo. Ahora bien, si el material multimedia no es desarrollado y utilizado por personal altamente calificado, ¿tendrá efectos eficientes en el desarrollo de los procesos de aprendizaje de los estudiantes? Podría afirmarse que la ventaja radica en que los materiales multimedia bien desarrollados tienen mayor vida útil que los utilizados en la educación presencial, lo cual supone que el desarrollo de los mismos amortizará su costo a futuro.

Por último, están los costos implicados por los docentes y tutores requeridos para dar apoyo a los estudiantes durante su proceso de aprendizaje. Para este rubro, ya existe claridad que las cantidades de tiempo de los profesores son bastante mayores en el caso de los cursos en línea comparados con los tradicionales (Sadik y Reisman, 2004). Esto ocurre por la importancia de manejar el ambiente de aprendizaje solicitando y monitoreando permanentemente la participación del estudiante y respondiendo a sus preguntas. En estas actividades, la cantidad de tiempo requerido a los profesores es mucho mayor que el requerido en contextos presenciales.

Este punto empieza a ser verdaderamente fundamental si consideramos que en la educación a distancia las oportunidades de contacto, sincrónico y asincrónico, con el maestro son elementos críticos en la reducción de la deserción (Simpson, 2013). En los contactos sincrónicos se requiere, además de conectividad rápida y costosa, un personal altamente especializado y bien pagado, para iniciar, moderar y conducir discusiones en vivo. Es difícil reducir estos altos costos del personal docente y técnico sin afectar gravemente el número de estudiantes a los que se puede atender o la calidad de lo aprendido por ellos. Por otro lado, en la comunicación asincrónica se requiere de mayor cantidad de planeación y materiales más complejos y sofisticados, por lo que el problema de costos tampoco mejora en esta vía. Disminuir entonces la interacción entre estudiante y profesor, haciendo uso intensivo de los materiales autodirigidos y motivando el apoyo y acompañamiento mutuo entre los estudiantes a través de las interacciones en línea como solución al problema de los costos, puede llevar a que se incremente el tiempo que el estudiante debe dedicar a su preparación intelectual, además de incrementar también el tiempo de duración de cursos y carreras de modalidad virtual. En síntesis, los costos son aún un problema importante que limita el acceso de gran parte de la población para acceder a la educación virtual. Se debe centralizar entonces una solución que compete a la autorregulación del aprendiz en su desarrollo académico y la motivación que tenga hacia el estudio en particular.

5.4. Procesos de aprendizaje mediante la Transposición didáctica

Galagovsky, Bekerman, Di Giacomo y Alí (2014), se centran en lenguaje químico, que por su componente simbólico y semántico complejo, puede actuar como fuente de obstáculos que dificultan la comunicación en el aula.

Por otro lado, los autores analizan cómo el discurso con el cual se enseña la disciplina también es potencial generador de errores en los estudiantes, cuando ellos construyen sus modelos mentales con base en los preconceptos propios de cada cual, en los que se establecen discursos “recortados y simplificados”, siendo en esta situación relevante la aplicación de procesos de transposición didáctica, que articulan el “hablar química” y el “comprender química”. Para lo anterior, los investigadores realizan cuatro preguntas a algunos estudiantes de 4° año de secundaria en un colegio de Buenos Aires y algunos otros de la universidad de Buenos Aires de los primeros niveles, para que representen gráficamente tres conceptos básicos de la química general: disoluciones, estequiometría y fuerzas intermoleculares. Los diseños de cada uno de los estudiantes evaluados permiten comprender las brechas conceptuales que existen en cada uno de los individuos (algunos errados en mayor medida, sobre todo los estudiantes de secundaria) y se demuestra cómo cada uno de ellos establece sus propias ideas con base en lo “aprendido” durante su formación académica. Los resultados permiten evidenciar que todos los estudiantes analizados saben “algo”, pero cometen errores, dado que cada uno de ellos tiene su propia forma de relatar, describir, interpretar, narrar y argumentar y tratan de reconstruir sus explicaciones a partir de recuerdos aislados y descontextualizados (Galagovsky, Bekerman 2009).

Por otro lado en una investigación de tipo documental, observacional y descriptiva, Peña y Pirela (2007), citado en Gutiérrez, Pérez y Aguirre, (2017), trabajando un problema del área técnica relacionado con la mezcla de dos gases en el que se debía aplicar un sistema de ecuaciones algebraicas lineales (SEL) para encontrar la solución, el tema fue abordado en un curso de Matemáticas I, para analizar cómo influían los procesos de transposición didáctica, en la transferencia del conocimiento matemático al área técnica. El trabajo se realizó en tres etapas: en la primera etapa se analizaron los libros de texto propuestos en el plan de estudios sugeridos por el docente, para presentar a los estudiantes el objeto de enseñanza. En una segunda etapa, se analizaron los apuntes generados por el docente participante para explicar el tema de sistemas de ecuaciones lineales mediante la transposición didáctica. En la tercera etapa, se analiza la forma de

solucionar un problema del área técnica, mediante un trabajo propuesto por el docente correspondiente para aplicar según su experiencia, la resolución del mismo mediante un sistema de ecuaciones lineales. La obtención de los datos para el análisis de la transposición didáctica y contextualizada, se hizo por medio de las producciones escritas del docente participante, así como de los libros de texto y programas de estudio de la asignatura.

Cada una de las etapas arrojó los siguientes resultados:

- a) En los libros analizados, los autores declaran que los escribieron con la preocupación fundamental de ayudar a profesores y estudiantes a hacer accesibles la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Sin embargo, se percibe en cada uno ellos que el autor plasma lo que él piensa que es el álgebra y lo que significa enseñar y aprender la disciplina. Durante el análisis de los libros de texto se observa que éstos tienen una influencia directa en cómo el profesor muestra el conocimiento a enseñar. Transponer el contenido del libro, lo que se relaciona directamente con la experiencia docente y el conocimiento disciplinar, conlleva a transponer concepciones y creencias, sin estar consciente como profesor de lo que implica realizar esta práctica didáctica. En el estudio se evidenció que los libros de texto analizados tienen en común que para abordar el tema de los sistemas de ecuaciones lineales usan los métodos algebraicos y el método gráfico (por medio de la tabulación), y que las aplicaciones de las mismas hacían referencia a problemas de razonamiento matemático, a problemas de la vida cotidiana, o bien a algún área del conocimiento (química o estadística, por ejemplo) que podían ser distantes de la realidad de los estudiantes y, en muchas ocasiones, al privilegiar el uso de algoritmos y la solución de problemas de aplicación “tipo” no se puede aplicar el conocimiento matemático a las áreas técnicas. Consecuentemente, se considera que el uso de los libros de texto en cuyo tratamiento no está involucrado el contexto del desarrollo del estudiante no promueve que adquiera la competencia de resolver problemas del área técnica aplicando los conocimientos aprendidos.
- b) Respecto al trabajo realizado por el docente participante, se señala que el conocimiento a enseñar sufre una transposición respecto de lo que muestra el autor del libro, siendo así que el docente simplifica el conocimiento, presentando lo que él considera que debe saber el estudiante (dominio de procedimientos), así como la utilidad que le puede dar al mismo (problemas de aplicación). Sin embargo, vislumbran que con esta manera de enseñanza

difícilmente el estudiante podrá transferir el conocimiento matemático a la solución de problemas del área técnica. De igual manera, se observó un cumplimiento parcial del programa de estudios, pues se atiende el concepto de saber y saber hacer, pero no del estudio de caso requerido, lo cual podría explicarse por el tiempo asignado a dicho tema y por el desconocimiento del contexto en el que se están formando los estudiantes, dado que el docente tiene escasamente un año laborando en la institución, aun cuando cuente con la formación académica requerida por el perfil del puesto.

- c) Como se establece en la definición de la transposición, se parte de la idea de que el conocimiento enseñado y según los datos obtenidos con sus análisis respectivos, difiere al requerido en el contexto del área del Técnico Superior Universitario en Procesos Alimentarios.

Como conclusión de la investigación, con respecto a la transposición de conceptos lograda en los estudiantes del curso de Matemáticas I del Instituto Politécnico Nacional de México, se evidencia la distancia existente entre cada uno de los saberes vinculados a la enseñanza y el aprendizaje de los sistemas de ecuaciones lineales y su aplicación en el área técnica para el nivel Técnico Superior Universitario en Procesos Alimentarios. Destaca una enseñanza de la matemática descontextualizada con respecto al área de formación del estudiante, donde predomina una perspectiva reduccionista de la matemática: memorización, desarrollo de procesos algorítmicos y solución de problemas matemáticos en los que se aplican sistemas de ecuaciones algebraicas lineales perfectas, lo cual dificulta la transferencia del conocimiento matemático al conocimiento matemático de aplicación.

Durante el proceso de análisis se evidenció que hay una relación directa entre lo que piensa el profesor y lo que enseña, pues su conocimiento afecta, favorable o desfavorablemente, la práctica pedagógica que realiza. Lo mismo aplica al uso que hace de los libros de texto, porque en ellos se observa una carencia de vinculación con otras áreas del conocimiento propias de la formación del estudiante, limitando, por tanto, el aprendizaje.

El concepto de transposición didáctica, tal como ha sido elaborado en didáctica y en la teoría de la matemática en el contexto de las ciencias, respectivamente, puede ser útil y servir de marco de referencia para el estudio de los problemas en que habrán de aplicarse en las ciencias exactas. Esto supone tener en cuenta de manera más sistemática las diferentes prácticas que pueden servir

de punto de partida para una transposición, pero también supone un mayor involucramiento del docente con base en la disciplina que imparte clases, así como una actividad didáctica autocrítica.

Como propuesta de investigación para tesis doctoral, Roa Acosta Robinson (2016) pone de relieve los aspectos más relevantes para abordar la configuración del conocimiento didáctico del profesor de ciencias, para el caso particular de la enseñanza de la biotecnología en Colombia.

Roa Acosta, plantea que el profesor de ciencias como cualquier ser humano del planeta, se rodea de su propia complejidad contextual en cuanto a sus influencias políticas, conceptuales, históricas, epistemológicas, filosóficas y económicas que los configuran y lo constituyen, por ello, la didáctica debe establecerse como disciplina del conocimiento fundamentada en estrategias precisas para los procesos de enseñanza y aprendizaje. Se hace preciso entender como una disciplina fundamentada conceptualmente, establece un papel preponderante en la dinámica y la naturaleza del conocimiento.

En el caso particular de la biotecnología, Karl Ereky, (1917, citado por Roa Acosta 2016), amplía su rango de investigación a mediados del siglo XX con el reconocimiento del modelo teórico del ADN en donde convergen las disciplinas en pleno de las ciencias naturales (biología, física, química y tecnología) y precisamente debido a la dinámica del tema, se adoptan medidas apresuradas para llevar tal conocimiento a todos los niveles en gran cantidad de instituciones sin tener en cuenta las características de sus contenidos, el conocimiento previo de los profesores y las consecuencias lesivas suscitadas en los procesos de enseñanza – aprendizaje, a lo que consecuentemente condujo la ausencia de técnicas de transposiciones didácticas para la transformación del conocimiento netamente científico, en conocimiento comprensible para los “novicios” en la materia. Aún hoy día existen muy pocos estudios que aborden la enseñanza de la biotecnología desde la disciplina de la didáctica, lo que la hace un “ladrillo” conceptual para aquellos que inician el proceso de aprendizaje de las temáticas correspondientes, tanto así que incluso algunos desisten ya habiendo empezado el camino de conceptualización de la biotecnología.

Mediante sus observaciones previas, Roa Acosta afirma que lo más espinoso de la situación es cuando se verifica que en Colombia ni siquiera se contempla a la disciplina de la biotecnología o se hace muy someramente, cuando es una de las disciplinas científicas de más auge científico – tecnológico en el mundo, debido a sus avances vertiginosos, su gran cantidad de aplicaciones en

las ciencias y sobre todo que existen muchas situaciones por descubrir debido a la gran cuantía de interrogantes que se presentan frecuentemente debido a lo novedosa que es la disciplina, lo que lleva también a encontrar muchos profesores de ciencias que desconocen estas prácticas del siglo XXI debido a la descontextualización del mismo.

Por este motivo, Roa Acosta plantea diferentes estrategias didácticas para realizar cursos de actualización en biotecnología a profesores de ciencias en los colegios, para colocarnos a la vanguardia de los conceptos científicos adoptados ya en el lenguaje común de los países desarrollados. Refiere Acosta que es preocupante lo observado en muchas instituciones de básica secundaria y media, como se realizan prácticas de laboratorio del siglo XVIII, como si fueran lo último en tecnología o más infame aún, como los docentes evaden las prácticas de laboratorio influidos por sus propias deficiencias conceptuales y por la escasa información de publicaciones respecto a investigaciones en biotecnología en Colombia durante los últimos treinta (30) años.

Con base en lo expuesto anteriormente, Roa Acosta propone un plan de estudios para desarrollar la configuración del conocimiento profesional didáctico de la biotecnología en profesores de básica secundaria y media, para que lo aplique dentro de sus propuestas de enseñanza de las ciencias a niveles teóricos y experimentales.

Por su parte, Velandia (2013) en su trabajo de tesis como aspirante a Magister en Educación de la Universidad Nacional de Colombia, propone la implementación de un aula virtual basada en un modelo humanista como eje articulador de conceptos en química, para llevar a cabo el modelo de transposición didáctica en saber enseñable, para estudiantes que cursan la materia de química de primer semestre de Medicina, Odontología, Enfermería y Nutrición.

En su proyecto investigativo, Velandia diseña e implementa un aula virtual, para usarla como herramienta de apoyo en los procesos de enseñanza y aprendizaje de química en áreas de ciencias de la salud.

Tal diseño lo lleva a cabo en cinco etapas:

- a) Investigación preliminar. En esta etapa hace una revisión de los conceptos básicos para el aula virtual, combinando tanto aspectos didácticos como tecnológicos.

- b) Determinación de los requerimientos del sistema. Aplica una encuesta a los estudiantes a fin de diagnosticar los saberes previos de los mismos, en temas como manejo de las herramientas informáticas de Internet y así determinar cuáles podrían ser las posibles herramientas a utilizar dentro del aula a implementar.
- c) Diseño del sistema. En esta etapa desarrolla las siguientes actividades:
- Diseño del Programa académico de uso del aula virtual, indicando las temáticas a desarrollar por ejes, según el desarrollo curricular de la asignatura.
 - Diseño de contenidos por medio del desarrollo de algoritmos para las simulaciones a colocar en el Aula Virtual.
- d) Desarrollo del Software. Una vez hecho el diseño de los elementos que tendría el aula virtual, procede a trabajar en la creación y desarrollo de los mismos.
- e) Implementación. En esta etapa se incorporaron los objetos desarrollados en la etapa anterior.

Luego del diseño del ambiente virtual, realiza el análisis con base en los resultados proyectados por la aplicación en línea con base en fundamentos pedagógicos apoyados por diversas tecnologías web, sin dejar de lado la importancia que debe cumplir la herramienta con base en los requerimientos de los estudiantes participantes.

Como conclusión de investigación, Velandia afirma que las Aulas Virtuales, poseen más estímulos positivos que negativos, lo que posibilita un desempeño adecuado frente al avance de las nuevas tecnologías y facilita la adaptación de conceptos técnicos a conceptos didácticos debido a la gran posibilidad de usar medios gráficos e interactivos, de manera tal que se hace más factible la transposición didáctica en ambientes virtuales.

Hoy día la expansión de las nuevas tecnologías, aporta nuevas herramientas para incorporar a los métodos de enseñanza y revolucionan los tiempos y vías de aprendizaje mediante simulaciones en línea, ejercicios interactivos, videos, audios, casos en multimedia y tutorías individuales “on – line”. Sin embargo, una de las fuertes limitaciones de este método se verifica en que no existen rigurosamente universalidad de casos, por este motivo se deben diseñar

estrategias según la naturaleza de los propósitos, contenidos de la asignatura y necesidades del grupo.

5.5. Problemas en la enseñanza de la electroforesis.

Con base en el trabajo realizado por Cristancho, Repizo y Casas (2009) para estructurar un “Programa Guía de Actividades” (PGA) como intervención didáctica en la resolución de problemas de química, buscando lograr en el estudiante una transformación de sus representaciones sobre el concepto de proteína aplicado al estudio de las proteínas de la leche y sus derivados a través de la técnica de electroforesis vertical, se logran evidenciar una serie de problemas en el ejercicio de transponer los conceptos técnicos a conceptos asimilables en la estructura conceptual de estudiantes de grado décimo del énfasis en biotecnología del Instituto Pedagógico Nacional (IPN) de Bogotá, Colombia.

Se parte desde la premisa de la metodología mecanicista empleada por varios profesores para enseñar conceptos en química y la adaptación de los estudiantes a este sistema de aprendizaje algorítmico, lo que limita al aprendiz a una marcada repetición de procedimientos matemáticos que han impedido la verdadera comprensión de los fenómenos químicos en contexto, por tanto, se confunden los ejercicios de lápiz y papel, con verdaderos problemas de índole científico. Esto se debe a que en un problema se puede definir una situación que tiene cierto grado de incertidumbre y que tiende hacia la búsqueda de una posible solución, que además no tiene una vía definida de resolución, sino que presenta diversas posibilidades (Perales Palacios, 1993). Por otro lado, los ejercicios, de forma muy determinada y general, presentan el uso de algoritmos y mecanismos predichos o preestablecidos. Por lo anterior, un problema se define y se diferencia según la vía de resolución. Además, cuando estos problemas son propuestos desde el ámbito escolar, es muy poco relevante el resultado, sino que priman las conclusiones o el planteamiento de nuevos problemas (García, 2003).

Desde el enfoque de la resolución de problemas, debe establecerse un cambio metodológico que reestructure los conceptos, así como los procedimientos y actitudes del aprendizaje. La resolución de problemas se constituye en una forma de construcción de conocimiento y desarrollo

de habilidades de pensamiento (García, 2000) a través de la realización de procedimientos y métodos basados en la activación de la creatividad, el análisis, la argumentación, la proposición y la participación. A partir de lo anteriormente descrito, es posible evidenciar que los estudiantes presentan dificultades para relacionar el concepto de proteína (y los relacionados con el mismo) al no tener una representación expresamente matemática de ellas, lo cual genera una gran brecha conceptual entre el concepto del estudiante en lo concerniente a su estructura, función y clasificación y el concepto definido por la comunidad científica. Es así, como entender la técnica de electroforesis como una de las más usadas en el estudio de las proteínas, exige un andamiaje conceptual sólido y complejo para poder entender el principio que rige a la técnica; separar polielectrolitos a través de un campo eléctrico. Sin embargo, el usar esta técnica como pretexto para el estudio de los polielectrolitos, permite crear una relación entre lo que comúnmente se conoce como la ciencia aplicada y la resolución de problemas en química.

Existen en la literatura (Cunningham, S. C., McNear, B., Pearlman, R. S., & Kern, S. E., 2006) ejercicios de transposición didáctica con estudiantes, tanto de secundaria como universitarios, que han probado su efectividad en lo referente a la promoción de cambios actitudinales hacia propuestas de enseñanza virtual con el agregado de generar gusto y diversión con el trabajo de temas relacionados con polielectrolitos en separaciones electroforéticas. Para el estudio referenciado, se dilucidan las posibilidades de aproximación al objeto de enseñanza desde las metodologías de aprendizaje por indagación, que dan cuenta de, por ejemplo, la optimización progresiva de una técnica de laboratorio de bioquímica, en un escenario de biología molecular.

5.6. Fundamentos conceptuales

5.6.1. Biomoléculas

Son aquellas moléculas que constituyen a los organismos vivos. El carbono, el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno, el fósforo y el azufre (cuyos símbolos de representación en la tabla son respectivamente C, H, O, N, P y S), son los bioelementos más abundantes en los seres vivos y son los más comunes en la conformación de las biomoléculas. Estos elementos químicos posibilitan que se establezcan enlaces covalentes y múltiples, permitiendo que los átomos de carbono

desarrollen esqueletos tridimensionales que dan lugar a múltiples grupos funcionales. El concepto de biomolécula tiene su origen en la primera mitad del siglo XX, en el año de 1922, cuando el científico ruso Aleksandr I. Oparin, dio a conocer su teoría sobre el origen del mundo y también de las primeras biomoléculas.

Teniendo en cuenta el grado de complejidad en su estructura, hay cuatro tipos diferentes de ellas: las que sirven como intermediarios metabólicos, las macromoléculas, las precursoras y las unidades estructurales. Las biomoléculas tienen numerosas funciones en el ser humano por lo cual son esenciales en la vida del mismo. Así, actúan en el perfecto funcionamiento de los órganos, transformando el sistema de defensa del organismo; siendo este cada vez más complejo y consiguiendo almacenar y metabolizar la energía necesaria para las actividades del día a día.

Estas biomoléculas pueden dividirse en orgánicas e inorgánicas. Las orgánicas disponen de una estructura cuya base es el carbono y son sintetizadas por los organismos vivos. Las proteínas, las vitaminas, los carbohidratos, los lípidos y los ácidos nucleicos son las biomoléculas orgánicas. Por otra parte, las biomoléculas inorgánicas están presentes tanto en los organismos vivos, como en los elementos inertes que resultan necesarios para la subsistencia de los primeros; el agua (H₂O) es un ejemplo de biomolécula inorgánica.

Se denominan metabolitos primarios a las biomoléculas que participan en procesos vitales esenciales. La ribosa, la glucosa, las vitaminas B y la fructosa, hacen parte de esos metabolitos primarios. Por otro lado, están los metabolitos secundarios, procedentes de las biomoléculas que forman parte de los metabolitos primarios, desarrollando funciones que complementan a las esenciales. Entre ellos, es posible nombrar a los alcaloides, los terpenos y los policétidos. Es posible afirmar que los metabolitos secundarios son compuestos orgánicos que el organismo sintetiza y que no son fundamentales en el desarrollo y la reproducción.

5.6.2. Polielectrolitos

Para entender el concepto de polielectrolito, es necesario empezar por describir lo que se conoce como polímero. Los polímeros son macromoléculas formadas por monómeros (unidades de moléculas orgánicas) unidos por medio de puentes de hidrógeno e interacciones hidrofóbicas

(comúnmente) y sus pesos moleculares van desde los miles hasta los millones de UMA (Unidades de Masa Atómica).

Los polielectrolitos son macromoléculas con carga que a menudo se encuentran en soluciones coloidales y comúnmente se encuentran presentes en una multitud de sistemas biológicos que desempeñan un papel fundamental en la determinación de la estructura, la estabilidad y las interacciones de diversos conjuntos moleculares (Gilles de Gennes, 1979). Dentro de las moléculas biológicas de polielectrolitos podemos encontrar por ejemplo a los polipéptidos (como la insulina), glicosaminoglicanos (como el ácido hialurónico) y el ADN. Los polielectrolitos que presentan electrolitos de ambas cargas, se denominan polianfolitos.

5.6.3. Proteínas

Las proteínas son biopolímeros (moléculas orgánicas) de organización química compleja de elevado peso molecular (tabla 7) y se encuentran en todas las células vivas. Básicamente, están constituidas por carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O) y nitrógeno (N); aunque pueden contener también azufre (S), fósforo (P), hierro (Fe), cobre (Cu), magnesio (Mg) y yodo (I), pero en menor proporción. Químicamente, las proteínas están formadas por la unión de muchas moléculas relativamente sencillas y no hidrolizables llamadas aminoácidos. Los aminoácidos se unen entre sí para originar a los péptidos, que según su tamaño molecular pueden ser oligopéptidos (con longitudes de hasta 10 aminoácidos) y los polipéptidos (con unidades de aminoácidos entre 10 y 100). Cuando el polipéptido adquiere una estructura tridimensional, se puede hablar entonces como tal de una proteína.

Tabla 7. Clasificación general de las proteínas según su composición molecular.

Péptidos (2-100 aa)	Oligopéptidos: 2-10 aa	
	Polipéptidos: 10-100 aa	
Proteínas (+ 100 aa ó PM: + 5000)	Holoproteínas (sólo contienen aa)	Globulares
		Fibrosas
	Heteroproteínas (aa + otro componente no proteico)	Glucoproteínas
		Fosfoproteínas
		Lipoproteínas
		Nucleoproteínas
		Cromoproteínas

Fuente: autor

Todas las células vivas contienen proteínas, de hecho, constituyen en promedio el 50% de su peso seco. Mientras que en una bacteria es posible encontrar alrededor de 1.000 proteínas diferentes, en una célula humana se pueden encontrar hasta 10.000 clases de proteínas distintas. Químicamente, están formadas por la unión de moléculas relativamente sencillas conocidas como aminoácidos, los cuales entre ellos forman enlaces peptídicos (enlace entre grupo amino y grupo carboxilo) o uniones peptídicas; razón por la cual a las cadenas formadas por ellos se les llama polipéptidos.

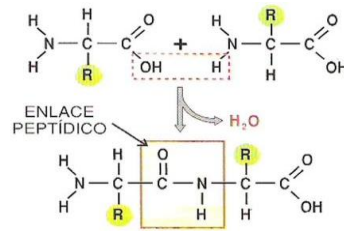


Figura 3. Representación del enlace peptídico.

Tomado de: <https://co.pinterest.com/pin/457537643378072948>

Las proteínas se organizan en formas estructurales dispuestas según las características de la misma y sus condiciones fisiológicas; pero si tales condiciones cambian como temperatura o pH, pierde la conformación y con ella su función, proceso al cual se le conoce como desnaturalización. La función, depende entonces de la conformación de la proteína, la cual es determinada por la secuencia de aminoácidos en particular; termodinámicamente, solo una conformación es funcional. Para efectos de estudio y análisis de una proteína, se tiene en cuenta su conformación establecida en cuatro niveles de organización (aunque el cuarto no siempre está presente) establecidos como estructura primaria, estructura secundaria, estructura terciaria y estructura cuaternaria, el plegamiento de las proteínas (enrollamiento) va dando lugar a cada una de las conformaciones anteriormente mencionadas.

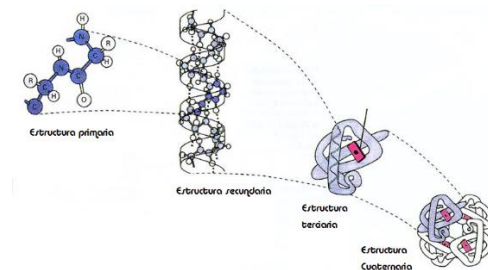


Figura 4. Clasificación de las proteínas según su estructura o conformación.

Tomado de: <http://quimicasbiologas-churniaz.blogspot.com/2010/06/estructura-primaria-secundaria.html>

Según su función, las proteínas pueden clasificarse como estructurales, enzimáticas, de defensa, de transporte y de reserva como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Clasificación de algunas proteínas según su función.

TIPO DE FUNCIÓN	PROTEÍNA	FUNCIÓN QUE REALIZA
ESTRUCTURAL	Glucoproteínas	Zona mucosa en estructuras de membranas y reconocimiento celular (por ejemplo, reconocimiento de anticuerpos para transfusiones de sangre).
	Histona	Forma junto con el ADN la red de cromatina. Se compactan con el ADN en unidades conocidas como nucleosomas. Esto resuelve el problema del tamaño del ADN.
	Colágeno	Se encarga de unir tejidos conectivos (músculos, tendones, ligamentos, piel, huesos, cartilagos, tejidos hematológico, adiposo y de órganos).
	Elastina	Debido a su propiedad "elástica", proporciona resistencia a la piel, cabello, músculos y tejidos del cuerpo humano.
	Queratina	Estructuras complementarias sobre la piel (faneras), como pelo, uñas, plumas, cuernos, ranfotecas y pezuñas.
ENZIMÁTICA	Gastrina	Produce y segrega ácido clorhídrico, al tiempo que estimula la movilidad gástrica.
	Pepsina	Produce péptidos y aminoácidos en el medio ácido del estómago.
	Amilasa	Proporciona glucosa en el estómago y el páncreas, si actúa en un medio ácido. Se produce además en las glándulas salivales para catalizar la reacción de hidrólisis de la glucosa, y formar fragmentos de ella.
DEFENSA	Inmunoglobulinas	Reconocen antígenos para combatirlos.
	Fibrinógeno	Responsable de la formación de coágulos de sangre, cuando se produce una herida.
	Trombina	Ayuda a la degradación del fibrinógeno en monómeros de fibrina, para formar los "tapones" en heridas abiertas.
TRANSPORTE	Hemoglobina	Proteína de los glóbulos rojos que transporta oxígeno desde los pulmones, hacia los tejidos del organismo a través del plasma sanguíneo. Regula además el pH de la sangre y recauda el CO ₂ posterior a proceso de metabolización para llevarlo a los pulmones.
	Mioglobina	Ayuda a concentrar el O ₂ en los músculos esquelético y cardíaco, debido a su gran demanda energética.
	Citocromos	En animales ayudan en el proceso de obtención de energía desde los alimentos y en plantas la conversión de energía lumínica en energía química por medio del proceso de fotosíntesis.
RESERVA	Ovoalbúmina	Proteína de la clara del huevo. Se puede usar medicinalmente en casos de intoxicación por metales pesados.
	Gludina	Glucoproteína presente en el trigo, responsable de la formación de gluten.
	Lactoalbúmina	Presente en el suero de la leche. Su finalidad es sintetizar lactosa.

Fuente: Autor

5.6.4. Aminoácidos.

Los aminoácidos son compuestos orgánicos de bajo peso molecular. Están compuestos siempre de C, H, O y N y además pueden presentar otros elementos. Se caracterizan por poseer un grupo carboxilo (—COOH) y un grupo amino (—NH_2) que se unen al mismo carbono (carbono α).

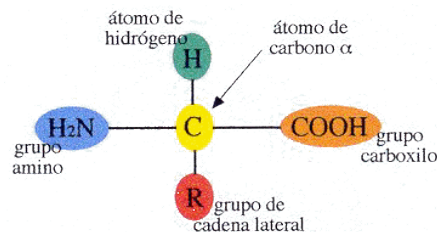


Figura 5. Representación de la estructura molecular de un aminoácido.

Tomado de: <https://www.um.es/molecula/prot02.htm>

Las otras dos valencias del carbono se saturan con un átomo de H y con un grupo variable denominado radical **R**. Este radical es el que determina las propiedades químicas y biológicas de cada aminoácido. Según éste se distinguen 20 tipos de aminoácidos.

Los aminoácidos pueden clasificarse de la siguiente manera:

Aminoácidos alifáticos. Son los aminoácidos en los que el radical *R* es un compuesto hidrocarbonado (alquílico o arílico), que puede tener, además, grupos —COOH y —NH₂. Los aminoácidos alifáticos se clasifican en neutros, ácidos y básicos.

- **Neutros.** Si el radical *R* no posee grupos carboxilo ni amino.
- **Ácidos.** Si el radical *R* presenta grupos carboxilo, pero no amino.
- **Básicos.** Si el radical *R* tiene grupos amino, pero no grupos carboxilo

Aminoácidos aromáticos. Son aquellos cuyo radical *R* es una cadena cerrada, generalmente relacionada con el benceno.

Aminoácidos heterocíclicos. Aquellos cuyo radical *R* es una cadena cerrada, generalmente compleja y con algunos átomos distintos del carbono y del hidrógeno.

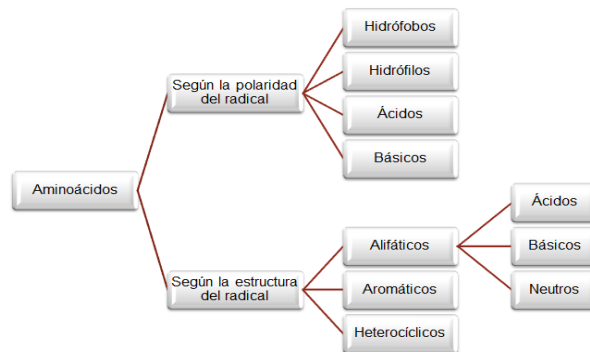


Figura 6. Clasificación de los aminoácidos.

Fuente: Autor

Existe otra clasificación basada en función de la carga del radical *R*:

- Aminoácidos con *R* no polar, hidrófobo
- Aminoácidos con *R* polar sin carga, hidrófilos y por tanto más solubles que los anteriores.
- Aminoácidos ácidos. Presentan carboxilos en el radical *R*, que normalmente está ionizado.
- Aminoácidos básicos. Presentan un radical *R* que se carga positivamente a pH neutro.

De los 20 aminoácidos proteicos (hay otros 150 que no forman parte de las proteínas), hay 8 que son **esenciales** para la especie humana y que deben ser incorporados en la dieta. Sólo los

vegetales y las bacterias pueden sintetizarlos, aunque todos los seres vivos los necesitan para fabricar sus proteínas.

Los aminoácidos esenciales, Son aquellos que los organismos heterótrofos deben tomar de su dieta ya que no pueden sintetizarlos en su cuerpo (los autótrofos pueden sintetizarlos todos). Las rutas metabólicas para su obtención suelen ser largas y energéticamente costosas, por lo que los vertebrados las han ido perdiendo a lo largo de la evolución (resulta menos costoso obtenerlos en los alimentos). Se tienen ocho aminoácidos esenciales que son: la fenilalanina, la isoleucina, la leucina, el triptófano, la lisina, la metionina, la treonina y la valina.

La forma dipolar, en un medio ácido, capta protones y se comporta como una base y en un medio básico libera protones y se comporta como un ácido. El punto en el cual el aminoácido tiende a adoptar una forma dipolar neutra, con tantas cargas positivas como negativas, se denomina **punto isoeléctrico**. El carácter anfótero de los aminoácidos permite la regulación del pH, ya que se comporta como un ácido o como una base según su función en el organismo.

5.6.5. pH.

Se trata de una unidad de medida de alcalinidad o acidez de una solución, más específicamente el pH mide la actividad de iones de hidrógeno que contiene una solución determinada, el significado de sus siglas se menciona como potencial de hidrogeniones.

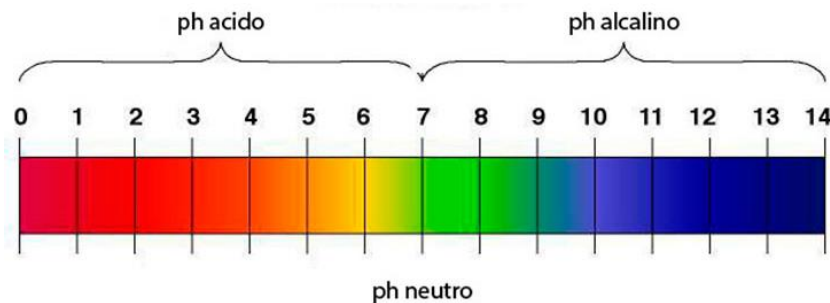


Figura 7. Escala de pH.

Obtenido de <https://www.experimentoscientificos.es/ph/escala-del-ph/>

Este término fue acuñado por el bioquímico danés S. P. L. Sorensen, quien lo definió en 1909 como el opuesto del logaritmo de base 10 o el logaritmo negativo de la actividad de los iones hidrógeno. Esto es: $\text{pH} = -\log_{10} a_{\text{H}^+}$

Esta expresión es útil para disoluciones que no tienen comportamientos ideales, disoluciones no diluidas. El término pH se ha utilizado universalmente por lo práctico que resulta para evitar el manejo de cifras largas y complejas. En disoluciones diluidas, en lugar de utilizar la actividad del ion hidrógeno, se le puede aproximar empleando la concentración molar del ion hidrógeno.

En disolución acuosa, la escala de pH varía de 0 a 14. Son ácidas las disoluciones con pH menores que 7 (el valor del exponente de la concentración es mayor, porque hay más iones hidrógeno en la disolución). Por otro lado, las disoluciones alcalinas tienen un pH superior a 7. La disolución se considera neutra cuando su pH es igual a 7, por ejemplo, la del agua destilada.

5.6.6. Electroforesis.

La mayoría de las biomoléculas poseen una carga eléctrica, cuya magnitud depende del pH del medio en el que se encuentran. Como consecuencia, se desplazan cuando se ven sometidas a un campo eléctrico. Se denomina *electroforesis* a la técnica mediante la cual se separan las biomoléculas en disolución cuando se ven sometidas a una diferencia de potencial en un campo eléctrico. Se trata de una técnica fundamentalmente analítica, aunque también se puede realizar con fines cuantitativos. Cada molécula se desplaza por efecto del campo, alcanzando rápidamente una velocidad constante al equilibrarse la fuerza impulsora (fuerza del campo eléctrico) con la resistencia al avance (fuerza de fricción o rozamiento) impuesta por el medio en el que se desplaza.

Con base en lo anterior, se plantean las siguientes ecuaciones:

Fuerza del campo eléctrico = Fuerza de fricción, donde

$$q * E = f * v$$

$q = \text{Carga (C)}$

$E = \text{Intensidad del campo (V/m = N/C)}$

$f = \text{Coeficiente de fricción (C*V*s / m}^2 = \text{Kg/s)}$

$v = \text{Velocidad de la molécula (m/s)}$

El coeficiente de fricción mide la resistencia intrínseca debida a las características de cada molécula, siendo éstas esencialmente su forma y su tamaño. Así, por ejemplo, las moléculas grandes y de forma irregular poseen un mayor coeficiente de fricción que las pequeñas y compactas.

*La velocidad por unidad de campo, recibe el nombre de **movilidad electroforética, μ** .*

$$v/E = \mu = q/f = Ze/f$$

Z = número entero

e = Carga del electrón.

Se suele hablar de 3 tipos de electroforesis:

- **De frente móvil:** los componentes de la muestra están presentes en toda la disolución y se determina ópticamente la posición del frente de avance o frontera con el disolvente.
- **Zonal:** la muestra se aplica como una mancha o banda y sus componentes migran a través de un disolvente, utilizando además un medio que da soporte a éste. En este caso no se determina la movilidad, sino que el único objetivo de la técnica es separar los componentes de la muestra.
- **Continua:** la muestra se aplica también en una zona, pero se suministra continuamente a lo largo del proceso.

Existen unos medios de soporte para realizar la electroforesis, principalmente para evitar perturbaciones mecánicas y corrientes de convección durante la separación. En algunos soportes (papel o similares) la muestra queda sobre la superficie y avanza a lo largo de ella, con escasa fricción, por lo que el mecanismo principal de separación es la magnitud de la carga de cada componente de la muestra. Otros medios de soporte (“geles”, medios semisólidos o gelatinosos) están formados por polímeros que forman una malla, matriz o red tridimensional a través de la cual deben avanzar las moléculas de la muestra, que queda embebida en el medio de soporte electroforético. Como consecuencia, la fricción es notable y los factores de forma y tamaño adquieren una alta relevancia en la separación. Los medios más usados en la técnica son:

Papel: sencillo, pero con elevada adsorción debido a los grupos hidroxilo de la celulosa.

Acetato de celulosa: los grupos –OH están acetilados, lo que reduce la adsorción; baja tinción de fondo; es posible transparentarla o disolverla para detectar y recuperar, respectivamente, los componentes separados.

Almidón: pasta de almidón cuyos granos se han disgregado en un tampón caliente (se hinchan). Actualmente se utiliza poco, ha sido sustituido por la poliacrilamida.

Agarosa: polisacárido, producto purificado de algas (composición similar al agar-agar). Se disuelve en caliente (50-60°C) y al enfriar solidifica formando un gel, de alta porosidad.

Poliacrilamida: el gel es el resultado de la polimerización química de una mezcla de acrilamida y bisacrilamida. Regulando la concentración de ambas y su proporción se consiguen distintas porosidades, siempre menores que la de los geles de agarosa.

Agarosa + poliacrilamida: se consigue una porosidad intermedia.

Poliacrilamida con SDS: el dodecilsulfato sódico (*Sodium Dodecyl Sulphate*; sinónimo: laurilsulfato sódico) es un detergente aniónico que se une a las proteínas, desnaturalizándolas en una conformación extendida recubierta de moléculas de SDS. Como consecuencia, el tamaño de la molécula de proteína es directamente proporcional a su longitud en aminoácidos y su carga queda enmascarada por la mayor carga del SDS que la recubre, que es también proporcional a la longitud. Por lo tanto, la movilidad electroforética de la proteína depende **exclusivamente** de su masa molecular.

Finalmente debe señalarse que, aunque con menor frecuencia, también se puede aplicar la electroforesis para la separación de células.

5.6.7. Flipped Classroom.

El Flipped Classroom (FC) es un modelo pedagógico que transfiere el trabajo de determinados procesos de aprendizaje fuera del aula y utiliza el tiempo de clase, junto con la experiencia del docente, para facilitar y potenciar otros procesos de adquisición y práctica de conocimientos dentro del aula. Esto quiere decir que se puede llevar a cabo en modalidad de aprendizaje semipresencial o mixto.

El Flipped Classroom (aula invertida), focaliza su actividad en dedicar el tiempo de clase a la profundización de conceptos y no a la realización de explicaciones teóricas que pueden realizarse en casa a través de diferentes medios tecnológicos, permitiendo de este modo una adaptación importante al ritmo de aprendizaje particular de cada estudiante (Torres, 2016). Esta idea sustenta que el Flipped Classroom no es una técnica, sino un modelo pedagógico relevante para la estructura conceptual del aprendiz. A través de este modelo, se asegura que los estudiantes lleguen a clase preparados para participar activamente en el tema correspondiente hasta las etapas finales de su evaluación (Brookfield y Preskill, 2012). Este sistema de aprendizaje, se basa en los principios del constructivismo basados en el aprendizaje colaborativo expuesto por Piaget, que se deriva de la zona del desarrollo próximo expuesto por Vygotsky. Se relaciona entonces este modelo de Flipped Classroom con los principios del constructivismo, dado que el enfoque de las teorías del mismo se basa en la resolución de problemas y el aprendizaje activo.

Un dato relevante que lleva a entender el verdadero potencial de este modelo pedagógico, se centra en Clintondale High School, situado en Clinton Township a las afueras de Detroit, que fue el primer colegio estadounidense en realizar una transformación radical de aula tradicional a Flipped Classroom, debido a que se encontraba en el ranking de los peores centros académicos de secundaria, logrando unos resultados drásticamente diferentes, disminuyendo el fracaso escolar en todas las áreas.

El término originalmente acuñado por Walvoord y Johnson Anderson (1998), se popularizó como modelo pedagógico en el año 2007 gracias a los docentes de química del Instituto Woodland Park en Colorado Estados Unidos Jonathan Bergman y Aarom Sams, quienes descubrieron un software para grabar presentaciones en Power Point y publicaron las lecciones en Internet para que aquellos estudiantes que no habían asistido a clases, pudiesen tener acceso a las mismas. Tal éxito tuvo esta idea, que los videos se hicieron virales. La situación les permitió ahondar en la dinámica de la Flipped Classroom usada en algunas instituciones de Estados Unidos y armar el andamiaje conceptual necesario para establecerlo como modelo pedagógico (Bergman y Sams, 2012). Tan amplia fue la aceptación del modelo, que muchos docentes (varios de ellos los habían escuchado en conferencias) comenzaron a usar lecciones en video y video podcasts fuera del aula, aprovechando el tiempo de clase para profundizar conceptos, realizar ejercicios y potenciar el

trabajo en equipo. A partir de 2017, muchos son los canales de YouTube de profesores que utilizan la Flipped Classroom como modelo en sus procesos de enseñanza y aprendizaje.

Los pilares del aula invertida (Bergman y Sams, 2012) se sustentan en cuatro campos definidos mediante sus siglas FLIP (de **Flipped**):

- **Entorno flexible** (Flexible environment): Los educadores crean espacios adaptables donde los alumnos eligen cuándo y dónde aprenden, proporcionándoles una gran adaptabilidad al proceso. Además, los docentes que invierten sus clases son flexibles en sus expectativas, en los tiempos de aprendizaje y en la evaluación de los estudiantes.
- **Cultura de aprendizaje** (Learning culture): El modelo de aprendizaje *flipped* cambia deliberadamente la instrucción hacia un enfoque centrado en el alumno, en el que el tiempo de clase se dedica a explorar los temas con mayor profundidad y a crear más oportunidades de aprendizaje. Los estudiantes participan activamente en la construcción del conocimiento, al tiempo que evalúan su aprendizaje de una manera que puede ser personalmente significativa.
- **Contenido intencional** (Intentional content): Los educadores piensan continuamente sobre cómo pueden utilizar el modelo FLIP para ayudar a los estudiantes a desarrollar la comprensión conceptual y la fluidez de procedimiento. Los profesores emplean contenido intencional para maximizar el tiempo de clase con el fin de adoptar métodos y estrategias activas de aprendizaje centrados en el estudiante.
- **Educador profesional** (Professional educator): Los educadores profesionales observan continuamente a sus alumnos, proporcionándoles retroalimentación relevante en cada momento, así como evaluación de su trabajo. Los educadores profesionales son reflexivos en su práctica, interactúan entre sí para mejorar la calidad de su docencia, aceptan la crítica constructiva y toleran el “caos controlado en sus aulas”.

Uno de los beneficios potenciales que tiene el uso de la Flipped Classroom como estrategia formativa se establece en la posibilidad de agrupar a la comunidad educativa de estudiantes con sus familias y docentes, en la tarea de trabajar por lograr un objetivo común: el desarrollo conceptual, intelectual y académico del educando. Para ello, cada uno debe asumir roles correspondientes y pertinentes a tal empresa, como se resume en la tabla 9.

Tabla 9. Roles de algunos integrantes de la comunidad educativa en el proceso de aprendizaje desarrollado por el modelo Flipped Classroom.

Rol del docente	Rol del estudiante	Rol de la familia
Detectar el potencial del estudiante en el área que corresponda, y sus habilidades sociales.	Debe ser autónomo, dado que se convierte en protagonista de su propio proceso de aprendizaje.	Informarse del proceso que debe seguir el estudiante en casa.
Motivar a que los estudiantes aprendan por descubrimiento, para que el aprendizaje sea significativo.	Fomentar activamente el trabajo hacia su acción participativa, comunicativa y colaborativa.	Compartir con el estudiante (su acudido), algunas clases diseñadas en plataformas virtuales.
Fomentar el Aprendizaje Basado en el Pensamiento, para potenciar las destrezas necesarias para el análisis.	Elegir el tipo de material que se ajuste a su forma de aprender, para trabajar a su propio ritmo.	Consultar acerca de las ventajas que tienen el uso de las TIC, en los procesos de aprendizaje.
Dar autonomía al educando, para que sean autónomos y reflexivos, capaces de liderar su propia vida.	Tomar decisiones propias en la ejecución del trabajo colaborativo, a través de la argumentación crítica.	Ayudar a su acudido a resolver alguna de las tareas, con base en lo observado del tema correspondiente
Pensar críticamente, y enseñar a pensar de igual manera al escolar, generando procesos de interacción participativa	Hacer suya la información, y transformarla en conocimiento significativo y funcional.	Generar temas de conversación relacionados con la información observada en los videos o podcasts.
Solucionar las dudas de los aprendices con base en ejemplos contextualizados.	Asumir con responsabilidad la planificación de tareas, tratamiento de la información y uso de las TIC.	Aportar ideas o sugerencias con base en los procesos observados en casa.
Establecer fechas de retroalimentación, frente al proceso de aprendizaje de los estudiantes.	Elaborar un compendio de preguntas derivadas del aprendizaje virtual, para profundizar conceptos en el aula.	Comunicar regularmente al docente acerca del proceso observado en casa o realizar preguntas para aclarar inquietudes respecto al sistema
Recordar permanentemente las tareas que deben ser elaboradas a lo largo del curso.	Estar dispuesto a trabajar en equipo, asumiendo en espacios parciales de tiempo, el rol de experto.	Programar los tiempos de estudio en casa del aprendiz a cargo.
Ofrecer la ayuda necesaria al escolar, para que este supere obstáculos y dificultades presentadas durante el curso.	Seguir disciplinada y esforzadamente las recomendaciones realizadas por el docente en clase.	Facilitar materiales complementarios en casa, para un aprendizaje integral.

Es absolutamente necesario sobreponerse a la idea de una tecnología que supere al recurso humano, que en este caso es el docente. Por el contrario, es el docente quien puede (y debe) integrar a su trabajo profesional las TIC, como herramientas de ayuda para la construcción de sus clases. Por ese motivo, es necesaria la formación permanente del profesorado, que le permita ponerse a la vanguardia de los cambios tecnológicos que se presentan en la sociedad actual, para volverlos parte de sus procesos pedagógicos en el ejercicio de enseñar y también de aprender.

El mundo evoluciona, por ende, deben enfocarse los procesos educativos en estos cambios que cada vez son mucho más rápidos y más complejos. Por tal motivo, el docente ya no debe ser un simple transmisor de contenidos; y el estudiante un escueto receptor de información que lo mantiene en los **niveles de aprendizaje más bajos de la Taxonomía de Aprendizaje Bloom** (Bloom, 1977), como se muestra en la figura 8. El proceso de enseñanza, debe adaptarse a las dinámicas de cambio tecnológico del planeta, por ello, el educador debe convertirse en un guía “creador” de contenido, aprovechando recursos multimedia, con el fin de desarrollar en los estudiantes, no solamente conocimientos, sino también, habilidades de pensamiento superior. La estructura de trabajo propuesta por el aula invertida promueve que las habilidades de orden inferior sean realizadas en espacios externos al aula, mientras que en el interior de ella sea posible centrar la atención en el análisis, evaluación y creación.

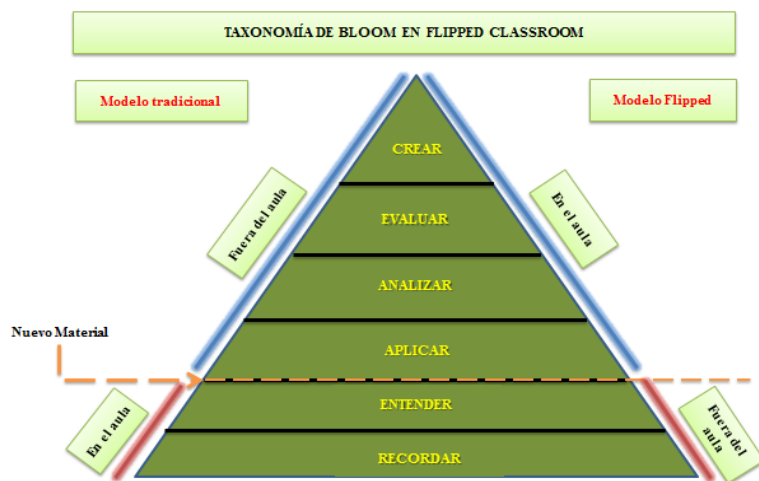


Figura 8. Niveles de taxonomía de Bloom para el aprendizaje. Modelo tradicional frente al modelo Flipped Classroom.
Fuente: Autor.

La siguiente tabla (tabla 10), compara las diferencias evidentes entre el modelo tradicional presencial frente al modelo basado en el aprendizaje por Flipped Classroom.

Tabla 10. Tabla comparativa de diferencias existentes entre el modelo tradicional y el modelo de aprendizaje Flipped Classroom.

Clase tradicional	Flipped Classroom
Aproximación a conceptos básicos durante la clase.	Aproximación a conceptos básicos antes de sesión de clase.
Instrucción inicial del profesor en el aula.	Instrucción inicial del profesor fuera del aula.
Asimilación de conceptos en el aula.	Asimilación de conceptos fuera del aula.
Actividades de afianzamiento de información dentro del aula.	Actividades de afianzamiento de información fuera del aula.
Refuerzo de información fuera del aula posterior a sesión de clase.	Refuerzo de información en sesión de clase por parte del docente.

Como en todos los modelos pedagógicos, existen algunas situaciones en el uso del Flipped Classroom que podrían considerarse como desventajas. A continuación (tabla 11), se presenta una tabla que registra ventajas del modelo Flipped Classroom frente a algunas desventajas que se pueden manifestar.

Tabla 11. Ventajas y desventajas en el uso del modelo Flipped Classroom.

Ventajas de modelo Flipped Classroom	Desventajas de modelo Flipped Classroom
Convierte el aula de clase en un espacio de trabajo activo y no pasivo.	Depende de los recursos del estudiante para acceder a Internet.
Desarrolla creatividad y pensamiento crítico en el estudiante, favoreciendo su autonomía.	El docente no tiene el 100% de garantía que los escolares revisen la información.
Elimina algunos riesgos de incumplimiento de los proceso de enseñanza y aprendizaje.	El éxito de este modelo, depende del nivel de participación de los estudiantes.
Promueve el aprendizaje centrado en el estudiante.	Se dedica menos tiempo para preparar a los escolares para pruebas de estado.
Promueve el trabajo cooperativo entre los aprendices.	Se incrementa el tiempo frente a una pantalla, lo que implica mayor desgaste visual.
La posibilidad de acceso a los contenidos educativos es constante.	Los docentes deben familiarizarse con las TIC y documentarse para su uso.
Los profesores pueden su conocimiento con toda la comunidad educativa.	Se pierde un poco el proceso de indagación inicial en el aula.

El docente es más eficiente en la elaboración de contenido, ya que lo hace sin interrupciones propias del ejercicio en el aula.	Implica más trabajo para el docente, ya que debe desarrollar el material multimedia y asesorar a cada estudiante según su ritmo de aprendizaje.
Contribuye a la eliminación de los trabajos en papel por parte de los escolares.	
Cada escolar aprende a su ritmo.	Disminuye el tiempo de interacciones interpersonales en el aula entre pares y docentes.
Los estudiantes se motivan más, al estar más involucrados con su propio aprendizaje.	

Es necesario hacer énfasis en el proceso de evaluación en el modelo Flipped Classroom, ya que es determinante en cualquier proceso pedagógico. Evaluar con Flipped, implica necesariamente evaluar de otro modo, debido a que el análisis de rendimiento y aprendizaje de cada estudiante, es más personalizado y agudo, debido a los diferentes ritmos de aprendizaje que ellos tienen (Díez y Tourón, 2014). Debido al proceso de frecuente aprendizaje en este modelo, el docente debe diseñar rúbricas para evaluación inicial (diagnóstica), formativa (continua) y final (sumativa). El punto álgido de evaluación en Flipped Classroom, se establece en la etapa formativa, dado que el estudiante debe recibir el “feedback” lo más pronto posible para que su proceso continuado de asimilación de conceptos se de en tiempos cortos. Esto implica solucionar problemas, resolver dudas y corregir errores independientemente del tipo de actividad que sea (cualquiera de las que el docente haya “montado” en la plataforma virtual previamente). Bergmann (2016), resalta la importancia que tiene la verificación previa por parte del docente de los videos, el material interactivo y los conceptos que se quieren transponer al estudiante antes de ponerlo a funcionar en la red y establecer una rúbrica de autoevaluación con el fin de estandarizar un puntaje adecuado y ajustado a los objetivos propuestos.

Existen siete tipos de Flipped Classroom (Tourón y Santiago, 2014) para llevar a cabo, que se relacionan en la tabla 12:

Tabla 12. Tipos de Flipped Classroom (Tourón y Santiago, 2014).

Tipo de Flipped Classroom	Dinámica de la clase
Estándar	Los estudiantes observan el (los) video(s) en casa y llegan con sus resúmenes a clase.
Orientada al debate	A través de un video o podcast se propone un tema polémico, donde el estudiante pueda argumentar su punto de vista.
Orientada a la experimentación	Se presenta un tutorial con el cual el estudiante pueda reproducir experimentos en el aula.

Aproximación o falsa Flipped	En edades tempranas (primeros grados de escolaridad) el video y el apoyo del docente se realizan en el aula.
Basada en grupos	Los estudiantes se evalúan entre sí sus aportes de comentarios frente a los videos propuestos.
Aprendizaje “on line”	El docente realiza las tutorías en línea, a través de un canal donde todos puedan ingresar en un tiempo determinado.
Invertir al profesor	Es el estudiante el que prepara un video para subir a la plataforma correspondiente (inversión de roles).

A continuación, se presentan una serie de herramientas útiles, para poner en práctica el ejercicio formativo a través del modelo Flipped Classroom (tabla 13).

Tabla 13. Herramientas útiles para la construcción de procesos educativos interactivos.

Herramientas útiles para el aula invertida	
Gestión de contenidos	Recursos Educativos Abiertos.
	Blog
	LMS (Sistemas de Gestión de Aprendizaje). Como Moodle y Edmodo.
	Redes sociales
	J Clic
	WordPress
Edición de contenidos	EVEA (Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje)
	Prezi
	PowToon
	Microsoft PowerPoint
	Genial.ly
	Emaze
	Slideshare
	Scribd
	Cmap Tools
	Mindomo
	Keynote (iOS)
	Windows Movie Maker
	Camtasia
	iMovie (iOS)
Lumen5	
Banco de contenidos	Podcasting
	Video educativo
	ScreenCast
	Wiki
	Blubbr
	YouTube
	Vimeo
	Dailymotion
Creación de murales virtuales	Padlet
	Glogster
	Murally
	Lino
Creación y evaluación de contenidos de texto	Actively Learn
Herramientas de evaluación	Playposit (antes Educanon)
	EDpuzzle
	Kahoot!
	Socrative
	Quizlet
	Knowledge
Google Drive	
Debate de temas de videos	Vialogues
Realidad aumentada	CBL con Realidad Aumentada
	WallaMe

“Flippear” una clase, es mucho más que editar y distribuir un video. En síntesis, es un modelo pedagógico con enfoque integral, que combina la instrucción directa con métodos constructivistas que relacionan el incremento del compromiso de los estudiantes con la evolución de sus estructuras conceptuales. Cuando se aplica con éxito, será un gran apoyo para todas las fases de un ciclo de aprendizaje (Churches, 2009).

5.6.8. Transposición didáctica.

Para entender la teoría de la Transposición Didáctica, es necesario remitirse a la tesis doctoral de sociología de Michel Verret desarrollada en el año de 1974 y publicada en 1975, que tuvo por objeto el estudio de la distribución temporal de las actividades de los estudiantes. En su capítulo III, indica que transponer conceptos es una forma de transmitir el “saber sabio” al “saber enseñable” mediante la “transmisión del conocimiento de aquellos que saben, a aquellos que no saben. De aquellos que han aprendido a aquellos que aprenden”. (Verret, 1975, p. 139).

A partir de entonces, se plantea la pregunta de la caracterización del tipo de saber transmitido. No se puede enseñar un objeto sin transformación: “Toda práctica de enseñanza de un objeto presupone, en efecto, la transformación previa de su objeto en objeto de enseñanza” (Verret, 1975, p. 140). La transmisión del saber debe autonomizarse con relación a la producción y la elaboración del saber: “en este trabajo de separación y de transposición, se instituye necesariamente una distancia entre la práctica de enseñanza, la práctica en la que el saber es enseñado, es decir, la práctica de transmisión y la práctica de invención” (p.140). Esta transposición implica no solamente un trabajo de separación y de transformación, sino también de selección. La transmisión didáctica va en efecto a privilegiar **el logro, la continuidad y la síntesis**. El logro, porque en el saber transmitido al alumno (o más precisamente en el saber que se da para transmitir), se ha operado una clasificación: las investigaciones “no exitosas” no serán presentadas. Los titubeos, los tanteos y los fracasos de la investigación serán de esta forma ahorrados o evitados a los alumnos; la continuidad, porque la transmisión didáctica no tendrá en cuenta las interrupciones y la huella del tiempo sobre las investigaciones: ella presupone “la transmisión histórica exitosa de las investigaciones exitosas”. (Verret, 1975, p. 141) y la síntesis, porque en la transmisión de los saberes a los alumnos, los momentos fuertes de la investigación serán detenidos o reservados para “hacer la economía del detalle” (Verret, 1975, p. 141).

Yves Chevallard va a retomar por cuenta propia esta idea de transposición didáctica, en una obra del mismo nombre, cuya primera edición data de 1985. Más tarde, como veremos, el autor francés va a desarrollar una aproximación antropológica de los saberes, que es una ampliación de la problemática inicial, teniendo en cuenta un cierto número de críticas dirigidas a la teoría de la transposición didáctica.

Chevallard en 1982, en colaboración con M. A. Joshua, se basa en la forma cómo se transmite el conocimiento con respecto a la significación de distancia geométrica para estudiantes de séptimo grado y la manera como se incluye en los programas curriculares de matemáticas “modernas” oficiales para el año de 1971 en los colegios.

Y. Chevallard y M. A. Joshua, se remontan a la historia de este concepto en los saberes sabios matemáticos desde la definición de la noción de distancia matemática de M. Frèchet en 1906, quien creó este objeto matemático para sus necesidades de demostración en el campo del cálculo funcional. La noción de distancia, por ejemplo, designa entonces la distancia que separa dos funciones. Los autores se interesarán en el camino que permite pasar una noción del dominio de las matemáticas sabias a aquellas de los programas diseñados para la educación media. Hay una gran diferencia con el papel para el cual Frèchet había construido inicialmente esta noción. Mientras que el matemático utilizaba el concepto para hacer análisis, éste es introducido en el programa de séptimo de geometría por vía de hecho: la transposición didáctica va a dar a la noción de distancia un modo de funcionamiento muy diferente, irreducible a priori, a sus modos de funcionamiento “científico”. (Dupin y Joshua, 1993, p. 227).

Según Chevallard, cada inicio de año escolar se inicia un nuevo sistema didáctico entre el docente, los estudiantes y el saber matemático (1985). Esta relación ternaria es calificada por el autor como relación didáctica. Sin embargo, este sistema didáctico se encuentra inmerso en un ambiente constituido por un sistema de enseñanza, que a su vez se encuentra insertado en un sistema más amplio: la sociedad (padres, mundo político, medios de comunicación, “sabios”, etcétera). El didacta francés califica este lugar donde se piensa el funcionamiento didáctico como “noosfera”. La noosfera se compone simultáneamente de representantes del sistema de enseñanza y de representantes de la sociedad: miembros de la asociación de docentes, profesores, padres de estudiantes, especialistas de la disciplina que militan alrededor de su enseñanza, representantes de los organismos políticos. La noosfera es entonces, “*la esfera de personas que piensan*” para retomar la expresión del autor.

En la mencionada relación, el autor insiste en la importancia de una conexión a menudo olvidada en la didáctica: el saber y la relación con el saber. Chevallard indica que, para acercar la gran distancia existente entre el saber sabio y el saber enseñado, es necesario realizar una transposición didáctica que implique una asimilación de los elementos del saber, al saber enseñado.

Para ilustrar esta idea, él se vale de un ejemplo de transposición como el que sucede de una pieza musical del violín al piano: es la misma pieza, es la misma música, pero ella está escrita de manera diferente para poder ser interpretada con otro instrumento.

En efecto, “*un contenido del saber sabio que haya sido designado como saber a enseñar sufre a partir de entonces un conjunto de transformaciones adaptativas que van a hacerlo apto para tomar lugar entre los objetos de enseñanza. El “trabajo” que un objeto de saber a enseñar hace para transformarlo en un objeto de enseñanza se llama transposición didáctica*”. (Chevallard, 1985, p. 39).

En ese orden de ideas, Chevallard distingue dos formas de transposición didáctica: la primera concerniente al paso de un saber preciso, a una versión didáctica del objeto del saber; “*stricto sensu*” y la segunda “*sensu lato*”, que se representa en las figuras 9 y 10.



Figura 9. Transposición didáctica *Stricto Sensu*
Fuente: Chevallard (1985).

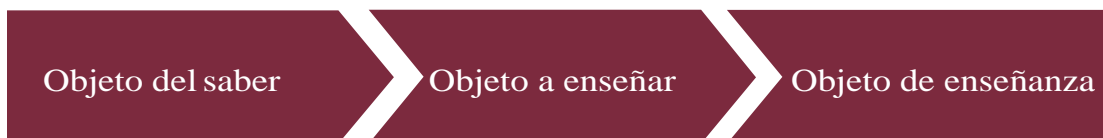


Figura 10. Transposición didáctica *Sensu Lato*
Fuente: Chevallard (1985).

Siguiendo la idea de Chevallard, cuando se lleva el saber erudito al aula de clase, ocurre una transposición convirtiéndose en un saber a enseñar (o conocimiento a ser enseñado), constituyéndose de esta manera en una transposición didáctica. Sin embargo, ese conocimiento que se recibe en el aula recibe una nueva transformación al pasar al área de aplicación, construyéndose el constructo teórico de transposición contextualizada, como la ha denominado Camarena (2001), la cual reflexiona acerca de la vinculación que debe existir entre la matemática y las ciencias que la requieren, entre la matemática y las competencias laborales y profesionales, así como la vinculación con actividades de la vida cotidiana. Dicho de otro modo, el docente

transpone de alguna manera el objeto a enseñar, en objeto de enseñanza. En este proceso, se observa la importancia del contexto, para darle sentido al saber (Camarena, 2001). Es frecuente que, en este momento, el docente introduzca un contexto en el cual el estudiante pueda recrear ese conocimiento.

Con base en lo mencionado anteriormente, es entonces evidente indicar que la labor del docente se concentra en redefinir situaciones problema del saber erudito, hacia un saber más cercano a la realidad cotidiana, de modo tal que el aprendiz lo vea no como un problema etéreo de un libro, sino que se apropie de él, lo ajuste a su realidad y busque las herramientas necesarias para resolverlo y aplicarlo a la resolución de problemas similares (figura 11). Dicho de otra manera, es necesario que el “inexperto”, personalice el problema planteado en la academia, como “su problema”, y así, tenga la capacidad de descontextualizarlo y despersonalizarlo del texto en cuestión, llevando el saber aprendido a su propio contexto, de modo tal que los personalice en su “yo interior”, estableciendo en la estructura de sus constructos una integración teórica y técnica que lo lleve a un nivel de resolución de problemas de su propio entorno social.

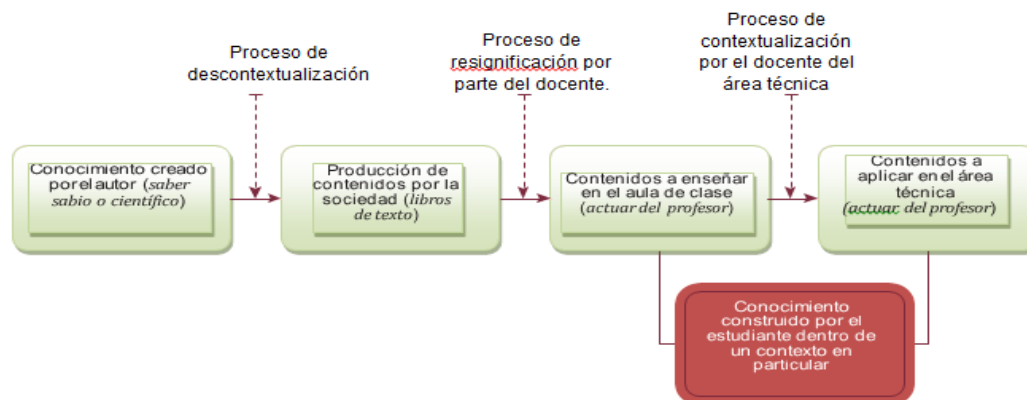


Figura 11. Proceso de transposición didáctica (descontextualización y recontextualización).

Fuente: Trejo, Elia y Trejo, Natalia (2013). – Adaptación autor (2018).

5.6.9. Enseñanza de la bioquímica.

La bioquímica, es la disciplina encargada del estudio de la composición química de los organismos vivos y las interacciones que se presentan en y entre los sistemas químicos de los mismos, comúnmente llamadas reacciones químicas.

Como se ha mencionado la introducción del presente proyecto, la bioquímica es una disciplina de carácter interdisciplinar, que implica una compleja dinámica de los organismos vivos en cuanto

a sus reacciones químicas internas y las reacciones de aquellas sustancias del organismo con el medio que lo rodea, lleva a nuevas investigaciones, con conceptos y mecanismos de reacción mucho más específicos y detallados, lo cual hace que el estudio de la disciplina sea cada vez más complejo y con un campo de visión más amplio que no pueden esbozarse en “pequeñas referencias”.

Sus saberes básicos apuntan al estudio de las biomoléculas (proteínas, carbohidratos o glúcidos, lípidos, ácidos nucleicos, aminoácidos, neurotransmisores, vitaminas, entre otros) y los biosistemas en los cuales se relacionan e interactúan cumpliendo sus respectivas funciones fisiológicas.

La gran cantidad de conceptos que se ramifican desde los conceptos básicos y la amplitud del campo de estudio, establece diversos tecnicismos que son particulares en las ciencias exactas y que se instauran en el “saber erudito” (Chevallard 1985), siendo necesarias estrategias para convertir los significados específicos de la bioquímica en significantes para aplicación práctica y cotidiana para los estudiantes de la materia, de modo tal que los puedan llevar al plano contextual de su entorno.

La bioquímica se categoriza en tres áreas fundamentales: la *química estructural* componente de la materia viva, los *procesos metabólicos* de estos organismos y su *almacenamiento y transmisión de la información biológica*. De cada una de estas áreas se proyectan otras ramas como la bioquímica estructural, química bioorgánica, enzimología, bioquímica metabólica, xenobioquímica, inmunología, endocrinología, neuroquímica, quimiotaxonomía, ecología química, genética molecular e ingeniería genética, biología molecular y biología celular, donde se amplían y detallan los conocimientos de manera más específica con respecto a la rama de estudio correspondiente.

Para llevar al ejercicio de los procesos de enseñanza y aprendizaje este complejo entramado formado por los diferentes contenidos de la bioquímica, es necesario apelar a la didáctica de la enseñanza de las ciencias, entendiendo que la didáctica es la “ciencia de enseñar” (Soto, 2012) y la enseñanza y el aprendizaje son procesos efectivos si el cerebro hace las transformaciones bioquímicas pertinentes para asimilar el conocimiento. Sin embargo, es diferente la asimilación

por comprensión a la que se hace memorísticamente, ya que comprender hechos, permite explicar y modificar el entorno a partir de lo aprendido.

Según lo expuesto en el párrafo inmediatamente anterior, la bioquímica tiene una naturaleza intrínseca como ciencia netamente experimental, que mediante la comprensión plena de sus conceptos genera nuevos conocimientos que actualmente impactan de manera profunda y adecuada en diferentes avances en los campos de la biotecnología y la biomedicina que se proyectan como áreas de investigación de punta. Por ello, se hace necesario estudiarla mediante aplicación de técnicas usadas en la investigación moderna y sofisticada, que permitan asimilar el entendimiento de esta disciplina como “la caja de pandora” que promete gran esperanza en el beneficio enorme que traerá a la humanidad como el progreso en terapias génicas contra diferentes tipos de cáncer o el VIH, desarrollar alimentos transgénicos más eficientes y saludables, la resiliencia de la naturaleza deteriorada por el mismo humano, la lucha contra el cambio climático, medicamentos más eficaces, predecir patrones de enfermedades posibles para nuestra especie, generar nuevos materiales sintéticos; entre otros avances posibles, pero que debe manejarse bajo los parámetros de la bioética y la moral, ya que sin el control de tanto poder generado por aquellos conocimientos, podría convertirse en la sentencia condenatoria de nuestra propia especie.

5.6.10. Escalogramas de Orden Parcial (POSAC).

El POSAC trata con el espacio entre los valores obtenidos por cada sujeto en cada reactivo (especificación técnica para los ítems de análisis). Un análisis de orden parcial empieza con un número determinado de reactivos para la estratificación de la población, basándose en el supuesto de que todos los reactivos miden un mismo constructo, y todas las respuestas siguen una misma dirección (Borg y Shye, 1995). Cada miembro de la población tiene un perfil observado compuesto por n reactivos. Un perfil es superior a otro, si es mayor al menos en un reactivo y no es menor en otro reactivo. Un perfil es considerado como menor cuando se obtiene un valor menor en al menos un reactivo. Un perfil es igual a otro si ambos son iguales en todos los reactivos. Cuando la relación entre dos perfiles es "alta", "baja" o "igual", estos perfiles son comparables. Se considera que hay perfiles incomparables a nivel cuantitativo cuando uno de ellos es superior en al menos un reactivo, mientras que otro perfil es superior en al menos otro reactivo diferente, como se representa en la

tabla 14; es precisamente en estos casos cuando el POSAC demuestra sus bondades permitiendo la comparación de perfiles "incomparables".

Tabla 14. Ejemplos de perfiles de apoyo mostrando las diferencias a nivel cuantitativo y cualitativo.

Participante	Iglesia	Favor	Sentimientos	Dinero	Consuelo	Total
Juan	Si	Si	Si	Si	Si	10
María	No	Si	Si	Si	No	8
Pedro	Si	No	Si	No	Si	8
José	No	No	No	Si	Si	7

Nota. Si: el participante cuanta con el apoyo, valor=2; No: el participante no cuenta con el apoyo, valor=1.

Fuente: Domínguez, A. y Salas, I. (2009, P. 117).

Cada perfil aparece como un punto en el espacio bidimensional; cualquier par de perfiles comparables se ubicarán en línea con una pendiente positiva o bien se empalmarán (X+Y). Dos perfiles incompatibles se situarán en una línea con pendiente negativa o en dirección lateral (X-Y). El análisis está estructurado de tal manera que una línea de la esquina inferior izquierda a la esquina superior derecha forma el eje cuantitativo; mientras que el eje cualitativo se origina en la esquina inferior derecha y continúa hacia la esquina superior izquierda.

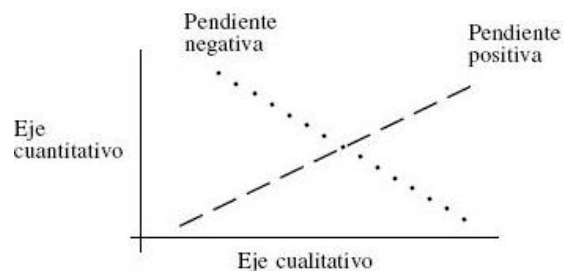


Figura 12. Solución espacial del POSAC.

Fuente: Domínguez, A. y Salas, I. (2009, P. 117).

El POSAC calcula un par de perfiles matemáticos óptimos en los extremos de los ejes de las abscisas y ordenadas, a manera de perfiles extremos, aun cuando ninguno de los casos presente esa combinación, estos perfiles extremos sirven de parámetro de comparación (Base Coordinates). Finalmente, se representa espacialmente el orden parcial del total de perfiles (Shye, 2009).

De acuerdo con Domínguez y Salas (2009), el POSAC cuenta con algunas ventajas sobre otros métodos no paramétricos: (a) todas las variables son consideradas simultáneamente; (b) no existe una variable "central", si no que todas las variables tienen la misma importancia en el análisis; (c) no es necesaria una combinación lineal y (d) no se dan ni se necesitan pesos específicos o ponderación para las variables. Sin embargo, el POSAC es un análisis que tiene un número limitado de variables para ser utilizadas, por lo que se sugiere que las variables no excedan de nueve. Asimismo, el POSAC puede ser utilizado como análisis discriminante mediante la división en cuadrantes; uno puede observar que cierta variable divide los perfiles en grupos. Esto se realiza trazando líneas horizontales, verticales y transversales sobre los datos a partir del incremento o decremento en el valor de una variable específica (Domínguez y Salas, 2009).

Existe la posibilidad de crear diagramas por reactivo, es decir, se puede evaluar la respuesta a un reactivo particular a través de los diferentes perfiles y se pueden obtener tantos diagramas por reactivo como variables en el análisis. Debido a que los perfiles están dispuestos de tal forma que aparecen cercanos unos con otros espacialmente, el agrupamiento de los perfiles ocurre en un diagrama por reactivo particular cuando sus respuestas son las mismas. Este agrupamiento de respuestas idénticas a un reactivo particular se conoce como "regionalización" (Dancer, 1990, p. 485). El diagrama por reactivo facilita la identificación de regiones en el mapa de perfiles total en el cuál cada reactivo particular tiene idénticos valores. También permite observar cuales son las formas y la localización relativa de aquellas regiones de perfiles en el cual el reactivo i tiene, por ejemplo, el valor de uno o cualquier otro valor (Shye, 2009).

De esta forma se puede interpretar de mejor manera cuáles variables son relevantes para la solución general espacial. Los diagramas por reactivo resultan especialmente útiles porque indican que los perfiles pueden resumirse usando solamente algunas variables, obteniéndose una solución más parsimoniosa. Como las regiones se dividen a lo largo de los ejes $X - Y$, un perfil puede ser expresado en términos de sus posiciones relativas a X y a Y . Así, en lugar de que un perfil sea definido con, por ejemplo, siete reactivos, podría ser definido de acuerdo a dos. De esta manera, los datos pueden ser suficientemente representados por los reactivos encontrados como los más discriminantes. Aunque estos diagramas por reactivos son prescindibles, si es recomendable llevarlos a cabo para una mayor clarificación de la solución general.

5.6.11. *Smallest Space Analysis (SSA).*

El SSA, es un método de análisis no paramétrico desarrollado por Guttman (1968) en Jerusalén. Este método es recomendado para aquellas investigaciones que requieren un riguroso análisis multivariado. La pregunta básica que aborda el análisis SSA es "¿Cuál es el espacio más pequeño en el que un cuerpo de datos puede estar adecuadamente representado?" Para algunos problemas de investigación, el SSA tiene ventajas sobre una técnica como el análisis factorial, al mismo tiempo que sirve para propósitos algo similares. Se explica el procedimiento y se proporciona una ilustración comparativa utilizando los datos. Entre una serie de características útiles de la SSA se encuentran las siguientes: ofrece una salida geométrica para hacer que la estructura de un cuerpo de datos sea fácilmente comprensible; da el menor número de dimensiones; proporciona una medida de "bondad de ajuste"; la salida puede ser verificada directamente contra la tabla de entrada; y SSA está disponible como parte de una biblioteca estándar de programas computarizados.

6. Marco metodológico

A continuación, se presentan los aspectos metodológicos de la presente investigación, en los que se definen el tipo y el enfoque metodológico seleccionado, los instrumentos de recolección de información, así como el diseño metodológico para cada una de las fases del estudio.

6.1. Tipología de la investigación

La presente investigación se sustenta en un enfoque mixto que reúne características tanto de la investigación cuantitativa como de la cualitativa (Grinnell, 1997), así como de una investigación exploratoria, descriptiva y correlacional, pues da cuenta de la manera como se evidencian las actitudes en una muestra intencionada (Bisquerra, 1989).

En síntesis, se puede deducir que por su parte, el enfoque cuantitativo emplea la recolección y el análisis de datos para responder preguntas de investigación, probar hipótesis establecidas previamente, aportar medición numérica confiable, conteo y datos estadísticos para establecer con

exactitud patrones de comportamiento en una población y por otro lado, el enfoque cualitativo, se utiliza primero en descubrir y refinar preguntas de investigación, desde el plano conceptual y diversos métodos de recolección de información, como las descripciones y las observaciones, que por su flexibilidad, alterna entre los eventos y su interpretación, así como entre las respuestas y el desarrollo de la teoría.

El marco metodológico es la investigación-acción (Lewis, K. 1944, citado por Torrecilla y Javier, F., 2011), ya que para la evaluación de las actitudes de los estudiantes hacia la propuesta de Transposición Didáctica de conceptos de bioquímica relacionados con la técnica de laboratorio de electroforesis, a partir del Flipped Classroom (Walvoord y Anderson, J. 1998), es necesario diseñar y seleccionar el material con el contenido adecuado para realizar el proceso de enseñanza, para analizar las percepciones de los estudiantes, para establecer una postura exploratoria acerca del problema del cambio actitudinal. Así pues, el estudio del problema se vincula al contexto propio del aprendizaje de las ciencias a través de plataformas virtuales.

Otro aspecto que permite enmarcar el estudio en este tipo de investigación se fundamenta en el hecho que para su desarrollo se proponen actividades, en donde, primeramente, se identificó el nivel conceptual de los estudiantes frente al tema de polielectrolito como concepto fundamental para realizar su Transposición Didáctica. A partir de allí, se formula hipotéticamente una propuesta metodológica fundamentada en el modelo Flipped Classroom, para promover el cambio conceptual y cambios actitudinales hacia la posibilidad de articular prácticas de investigación a la actividad curricular.

Elliot (1993), el principal representante de este tipo de investigación, la define como “un estudio de una situación social con el fin de mejorar la calidad de la acción dentro de la misma”. El autor interpreta el constructo como una reflexión sobre las acciones humanas y las situaciones sociales vividas por el profesorado que tiene como objetivo ampliar la comprensión (diagnóstico) de los docentes de sus problemas prácticos, en el que las acciones van encaminadas a modificar la situación una vez que se logre una comprensión más profunda de los problemas.

Por otro lado, en cuanto a la intervención de aula, se empleó un diseño no experimental, en virtud de no haber manipulado deliberadamente los fenómenos estudiados, sino de hacer la observación en su ambiente natural, mediante el instrumento de observación semiestructurada. El

tipo de diseño fue transeccional, debido a que se hizo la recolección de datos empíricos, con la intencionalidad de analizar su incidencia en el fenómeno estudiado (Hernandez, Fernandez, y Baptista, 2006).

6.2. Muestreo y muestra.

El muestreo aplicado fue de tipo intencional, no probabilístico. (Bisquerra, 1989) y la muestra para la evaluación del cambio actitudinal se constituye por 20 estudiantes de los grados décimo (10°) y undécimo (11°), conformada por 13 hombres y 7 mujeres de edades entre los 15 a los 18 años, los cuales habitan en estratos entre el uno y el cuatro (siendo los estratos dos y tres los más prominentes). El grupo se conformó durante el segundo semestre del año 2018, seleccionando a los sujetos que manifestaron tener interés en conformar el semillero de investigación de la Institución Educativa Departamental de Funza, sede Furatena, que se encuentra ubicado en la carrera 6ª No. 24A - 16 del municipio de Funza, del departamento de Cundinamarca, en Colombia, para sesiones presenciales en contrajornada (después de la 1:30 p. m.).

6.3. Etapas del diseño metodológico

Con respecto a la metodología de la presente tesis de maestría, se plantearon tres momentos de investigación en fases, aquí registrados como fase inicial, fase de desarrollo y fase final, tal y como se muestra en la tabla 15.

Tabla 15. Fases del desarrollo metodológico de la investigación.

Fase	Propósito	Objetivo específico	Actividades
Inicial	Revisión bibliográfica, selección de variables, categorías de análisis, selección de grupo objetivo.	No aplica	Evaluación documental, selección equipo de trabajo y consentimientos informados.
	Selección de conceptos a transponer y estructuración de video – clases.		Clase de inducción en modalidad presencial y publicación de videos en el canal de YouTube, “Profe Javier T”.

Desarrollo	Construcción, validación y aplicación de instrumentos para el reconocimiento y la evaluación de las categorías determinadas para las actitudes.	Inspeccionar la estructura subyacente a la valoración de actitudes, con respecto al aprendizaje a través del modelo Flipped Classroom, para diseñar, validar y aplicar el instrumento correspondiente, que permita determinar tales actitudes en un grupo de estudiantes de grados décimo y once.	Construcción de los instrumentos para valorar el proceso de Transposición Didáctica. Elaboración de encuesta con formato POSAC y SSA, para confirmar y establecer las categorías actitudinales de estudio.
	Aplicación de instrumentos validados para valoración de actitudes hacia el Flipped Classroom y el nivel de Transposición de conceptos relacionados con la electroforesis de proteínas.	Determinar las actitudes en un grupo objetivo hacia los formatos tradicionales de clase y estructurar una propuesta de intervención pedagógica con base en el modelo de Flipped Classroom. Promocionar un cambio favorable de actitudes, frente a la modalidad de enseñanza a través del Flipped Classroom (aula invertida) para la temática de electroforesis de proteínas.	Diligenciamiento de pre-test y test para análisis del proceso de transposición de conceptos y la encuesta formato POSAC y SSA, para evaluación de las categorías. Documentación de bases de datos con las respuestas de los estudiantes.
Final	Evaluación de las relaciones internas y externas entre el modelo Flipped Classroom y las variables que determinan la Transposición Didáctica.	Determinar las relaciones existentes entre las actitudes de la muestra intencionada, respecto al modelo de enseñanza – aprendizaje Flipped Classroom.	Valoración de la eficacia del modelo Flipped Classroom para transponer conceptos y las actitudes de los estudiantes hacia el mismo, con base en los resultados obtenidos. Análisis POSAC y SSA.
			Triangulación de la información desde tres fuentes: marco de referencia, grupo objetivo y la percepción del investigador.
	Elaboración de conclusiones, limitaciones y alcances de la investigación.	No aplica	Condensación de los resultados obtenidos, conclusiones y sugerencias.

6.3.1. Fase inicial

En la fase inicial se definieron las variables, las categorías de análisis, así como el grupo objetivo y también los conceptos asociados a la temática en estudio mediante la revisión bibliográfica correspondiente y se diseñaron las videoclases para la intervención didáctica. Por último, en esta fase se planeó el diseño y validación de los instrumentos de evaluación para evidenciar la eficacia de la propuesta en términos del aprendizaje de conceptos y su pertinencia en términos de la promoción de cambios actitudinales.

6.3.2. Fase de desarrollo

Esta fase se dividió en cuatro (4) momentos:

Momento 1. Elaboración y validación por juicio de expertos de los instrumentos de evaluación para evidenciar la eficacia en términos conceptuales y pertinencia en términos de la promoción de cambios actitudinales. Se cargan los videos diseñados en el canal de YouTube para iniciar el proceso de intervención didáctica.

Momento 2. Aplicación del pre-test de conocimientos, diseñado para identificar el estado inicial del grupo objetivo, frente a los conceptos a desarrollar durante los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Momento 3. Luego de la confirmación de la observación de los videos por parte del grupo estudio, se realizan dos sesiones de clase presencial para profundizar los conceptos de bioquímica relacionados con la técnica de laboratorio de electroforesis (biomoléculas, polielectrolitos, proteínas, aminoácidos, pH, punto isoeléctrico y densitometría) y aclarar las dudas con base en un banco de preguntas elaborado entre los estudiantes del grupo objetivo. Se registró cada una de las sesiones en medio magnético y se establecieron las observaciones correspondientes en la Rúbrica de Observación Semiestructurada de Clase (Milicic, Rosas, Scharager, García y Godoy, 2008).

Momento 4. Aplicación del test de conocimientos, para evaluar la eficacia del modelo Flipped Classroom en cuanto a Transposición didáctica de conceptos se refiere y encuesta tipo Likert para valorar disposición actitudinal de los estudiantes hacia el modelo Flipped Classroom como ambiente adecuado de aprendizaje.

6.3.3. Fase final

Se procedió a efectuar una evaluación de la propuesta en su conjunto, permitiendo con esto valorar la Transposición Didáctica de conceptos, a partir de las pruebas pre-test/post-test de conocimientos, complementando la información mediante el registro de observaciones de las sesiones presenciales, en el instrumento de observación semiestructurada. Adicionalmente, se evaluaron las percepciones favorables de los estudiantes hacia los procesos de aprendizaje mediante el modelo Flipped Classroom, desde el instrumento validado que tomó como base el instrumento de medición pertinente estructurado en escala tipo Likert. Además de lo anterior, se realizó un análisis con base en los resultados reportados por escalogramas de orden parcial obtenidos bajo la metodología POSAC y análisis multivariado SSA (Smallest Space Analysis) para confirmar las categorías de análisis, lo que implicó una reflexión de los aportes brindados hacia la resignificación de la práctica pedagógica para transponer y contextualizar conceptos técnicos y realizar la caracterización del grupo objetivo en el plano actitudinal.

6.4. Variables de estudio

Tabla 16. Variable central y categorías de estudio.

Constructo	Ámbito	Autor de referencia	Categoría	Descripción
Actitudes hacia el modelo Flipped Classroom como propuesta de Transposición Didáctica para el concepto de polielectrolito	Aula de clase	Abdullah, Mohamed e Ismail, 2007	Importancia	Corresponden a las respuestas del componente cognitivo.
			Dificultad	
			Utilidad	
			Disfrute	Corresponden a las respuestas del componente afectivo.
			Interés	
			Eficacia	Corresponde a las respuestas del componente conductual.

La variable central en la presente investigación fue la evaluación de actitudes hacia el Flipped Classroom como una propuesta de transposición didáctica para conceptos de electroforesis. En la tabla 16, se resume el constructo, ámbito y categorías de esta variable central, junto con los autores de referencia.

7. Resultados

A continuación, se presentan los resultados organizados según cada una de las fases metodológicas y sus actividades correspondientes con sus instrumentos de aplicación, dado que cada uno de ellos tenía como finalidad específica, dar cuenta del progreso en términos de eficacia o hacia la promoción de actitudes hacia el modelo Flipped Classroom.

7.1. Fase inicial

En la tabla 17, se muestran las actividades propuestas para el inicio del proyecto junto con las categorías de análisis y los conceptos a transponer, articulados con la propuesta:

Tabla 17. Variables, categorías de análisis, componentes, conceptos a transponer y actividades de la fase.

Variables	Categorías	Componentes	Conceptos	Actividades
Actitudes hacia el aprendizaje por medio del modelo Flipped Classroom.	Importancia	Cognitivo	Biomoléculas, polielectrolitos, proteínas, aminoácidos, pH, punto isoelectrico y electroforesis.	Pre – test de conocimientos en conceptos disciplinares.
	Dificultad			
	Utilidad			
	Disfrute	Afectivo		Elaboración de videos para “subir” al canal de YouTube “Profe Javier T”.
	Interés			
	Eficacia	Conductual		

7.1.1. Diseño y estructuración de clases con base en el modelo Flipped Classroom enfocado hacia la Transposición Didáctica.

Conviene tener en cuenta que el Flipped Classroom (aula invertida), focaliza su actividad en dedicar el tiempo de clase a la profundización de conceptos y no a la realización de explicaciones teóricas que pueden realizarse en casa a través de diferentes medios tecnológicos, permitiendo de este modo una adaptación importante al ritmo de aprendizaje particular de cada estudiante (Torres, 2016).

Usar la técnica de laboratorio de electroforesis como pretexto para explicar conceptos de bioquímica, tiene como finalidad, relacionar a los mismos con actividades cotidianamente desarrolladas en investigación y acercar de este modo, el saber técnico específico de prácticas científicas, al saber enseñable del aprendiz. Sin embargo, teniendo en cuenta el vertiginoso ritmo al cual se mueve la ciencia hoy día, es necesario aprovechar el tiempo en toda su extensión

productiva y debido a ello, el Flipped Classroom se convierte en un modelo pertinente para optimizar las horas de clase, realizando dentro de ellas ejercicios de profundización de conceptos, lo que permite que el tiempo en casa sea para la fundamentación conceptos y no para intentar comprenderlos o aplicarlos (profundización). Para tal propósito, se seleccionaron siete (7) videos, tomando en cuenta los conceptos relacionados con la técnica de electroforesis, que intencionadamente se quieren transponer en los estudiantes del grupo objetivo. Los videos elaborados se subieron al canal “Profe Javier T”, en la plataforma (o portal de Internet) conocida como YouTube. En la tabla 18, se relacionan los videos con su descripción y su dirección URL.

Tabla 18. Videos para intervención didáctica a partir del modelo Flipped Classroom.

Título del video	Autor	Descripción (finalidad)	Dirección URL
Electroforesis de proteínas tutorial Divulgación científica IQOG CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC.	Explicación detallada de la técnica electroforesis vertical para identificación de proteínas séricas, junto con las indicaciones necesarias para preparar los geles de separación de proteínas.	https://www.youtube.com/watch?v=7PPcsZemQ0A
LAS PROTEÍNAS SON...	Profesor Javier Triviño Mancera	Una breve descripción de la composición de las proteínas, sus criterios de clasificación y algunas de sus funciones.	https://www.youtube.com/watch?v=fXzAgzkoonE&t=171s
El pH y la autoionización del agua.	Profesor Javier Triviño Mancera	Una explicación básica del concepto de pH y demostración clásica de su análisis semicuantitativo mediante la prueba con algunas sustancias caseras.	https://www.youtube.com/watch?v=EpZN-IgzGUw
POLIELECTROLITOS 1 – Determinación del punto isoeléctrico de un aminoácido.	Profesor Javier Triviño Mancera	Se establecen los valores y la relación matemática (ecuación), para determinar el punto isoeléctrico de un aminoácido y su relación consecuente con el pH y campos eléctricos.	https://www.youtube.com/watch?v=VWE-XRIuAm8
POLIELECTROLITOS 2 - Carga total de una proteína y su punto isoeléctrico	Profesor Javier Triviño Mancera	Se describe como hallar el punto isoeléctrico de una proteína, con base en los cambios de carga de los grupos ionizables.	https://www.youtube.com/watch?v=T5ZO4G1brxw
POLIELECTROLITOS 3 - Separación de mezclas de proteínas mediante campo eléctrico (electroforesis)	Profesor Javier Triviño Mancera	Una breve explicación acerca de porqué migran las proteínas hacia un electrodo determinado en un campo eléctrico, para poder separarse.	https://www.youtube.com/watch?v=QKJnu7Es8i4

Tutorial Preparación gel de poliacrilamida y separación de proteínas séricas (electroforesis)	Profesor Javier Triviño Mancera	Descripción de preparación de geles para separar proteínas séricas, montaje de equipo de electroforesis vertical, tinción y decoloración de proteínas para su análisis cualitativo.	https://www.youtube.com/watch?v=t8hBK93T2_Q
---	---------------------------------	---	---

7.2. Fase de desarrollo

7.2.1. Diseño y validación de instrumentos (Momento 1).

7.2.1.1. Instrumento para valoración de preconceptos (estado inicial) relacionados con la técnica de laboratorio de electroforesis.

Para evaluar los preconceptos de los estudiantes y valorar el estado inicial de los mismos, se diseñó un instrumento con base la estructura de un estudio acerca de la efectividad de un curso de química orgánica, estimado a partir de las percepciones de los estudiantes, desarrollado por medio de Flipped Classroom (Shattuck, 2016). La prueba consta de un total de veinte (20) preguntas, mediante respuesta única con opción de selección múltiple desde la letra A hasta la letra D, organizadas en cinco (5) grupos de conceptos de bioquímica relacionados con la técnica de electroforesis, como se muestra en la tabla 19.

Tabla 19. Grupos conceptuales para validar preconceptos de los estudiantes en bioquímica.

Grupo Conceptual	N° de preg. Pre - Test	Identif. Grupo.
Función y clasificación de las proteínas.	1, 2 y 3	C1
Unidades estructurales de las proteínas.	4 y 5	C2
Propiedades de las proteínas.	6, 15, 18 y 20	C3
Equipo de electroforesis y campo eléctrico.	7, 9, 14, 16 y 17	C4
pH y su relación con la electroforesis.	8, 10, 11, 12, 13 y 19	C5

Al pre-test de conceptos, se le asignó una escala de valoración de cero (0) a cien (100) puntos por cada uno de los grupos conceptuales organizados dentro de la prueba. Por ende, la puntuación general de la evaluación está determinada con la misma escala. De este modo fue posible valorar el estado inicial de cada uno de los estudiantes del grupo objetivo, frente a los conceptos a transponer, relacionados con la técnica de electroforesis (preconceptos).

7.2.1.2. Instrumento para valorar actitudes hacia el Flipped Classroom como modelo de Transposición Didáctica de conceptos relacionados con la técnica de electroforesis.

Con el fin de valorar y promocionar las actitudes frente y hacia el modelo Flipped Classroom, se emplearon inicialmente las categorías basadas en las propuestas por Abdullah, Mohamed e Ismail (2007). Estas categorías se relacionan con el instrumento elaborado para tal fin, mediante 20 preguntas estructuradas en forma de escala Likert (Shattuck, 2016), teniendo en cuenta cada uno de los componentes delimitados (cognitivo, afectivo y conductual), según las categorías relacionadas con ellos (tabla 20).

Con el fin de confirmar la relación entre las variables de estudio (categorías) y realizar el análisis multivariado mediante SSA, que permitió posteriormente analizar la tendencia de cada perfil relacionado con la categoría en cuestión a través de Escalogramas de Orden Parcial (POSAC), se asignaron valores de cero (0) a cuatro (4) a cada una de las posibles respuestas dentro de la encuesta, correspondientemente según fuera: total desacuerdo (TD=0), mediano desacuerdo (MD=1), mediano acuerdo (MA=2), acuerdo (A=3) y total acuerdo (TA=4).

Tabla 20. Componentes, categorías e ítems del instrumento para valorar actitudes

Componente	Categoría	Ítem encuesta
Cognitivo	Importancia	1, 2 y 3
	Dificultad	4, 5 y 6
	Utilidad	7, 8 y 9
Afectivo	Disfrute	10, 11 y 12
	Interés	13, 14 y 15
Conductual	Eficacia	16, 17 y 18
	Control (descarte encuestas mal diligenciadas)	19 y 20

7.2.1.3. Confiabilidad interna del instrumento de reconocimiento y valoración de actitudes relacionadas con el modelo Flipped Classroom.

Para efectos de validación del instrumento, se tomó como referencia el originalmente diseñado por Shattuck (2016); profesor de química orgánica y bioquímica de la Universidad de Hartford, quien realizó una investigación para evaluar el constructo actitudinal respecto al uso del modelo Flipped Classroom en el aprendizaje de la nomenclatura de algunos hidrocarburos y algunas de sus propiedades químicas. A este instrumento en mención se le realizaron los ajustes pertinentes (ver anexos), adaptándolo al contexto de aplicación del presente trabajo de tesis de maestría. Por

otra parte, se sometió la versión de prueba a valoración por juicio de expertos y se realizan los ajustes sugeridos. Posteriormente se efectuó el cálculo del alfa de Cronbach para medir la consistencia interna del instrumento con base en la correlación de todos sus ítems (20 en total), obteniendo un valor de 0,876 indicando así un alto índice de consistencia interna (González y Pazmiño, 2015) para el instrumento, lo que en síntesis evidenció que los ítems medidos en escala Likert, estaban midiendo un mismo constructo.

7.2.2. Estado preconceptual de los estudiantes, respecto a los conceptos relacionados con polielectrolito y la técnica de electroforesis (Momento 2).

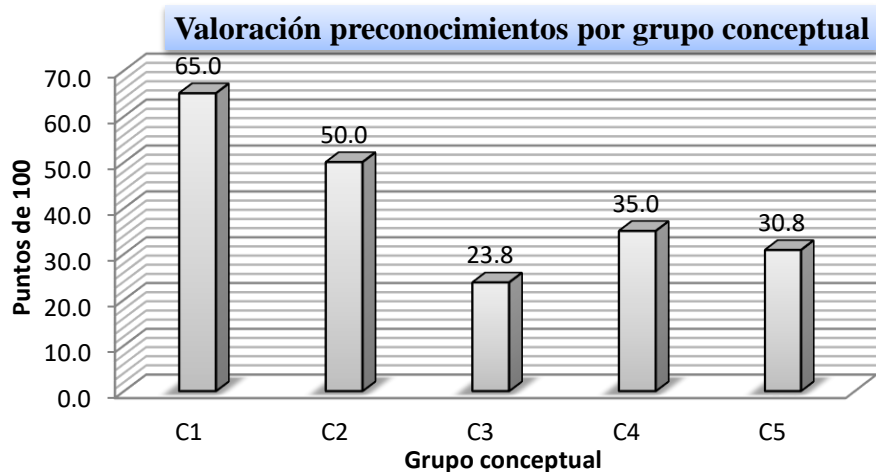
Posterior a la aplicación del pre – test de conocimientos a cada uno de los veinte (20) estudiantes del grupo objetivo, en la tabla 21, se presentan los siguientes resultados:

Tabla 21. Valoración preconceptual, de los estudiantes que conforman el grupo objetivo.

ESTADO INICIAL (PRECONCEPTOS) DE LOS ESTUDIANTES						
N° ESTUDIANTE	C1-Pre (Pts de 100)	C2-Pre (Pts de 100)	C3-Pre (Pts de 100)	C4-Pre (Pts de 100)	C5-Pre (Pts de 100)	PRE - TEST (pts de 100)
1	33,3	100,0	0,0	40,0	16,7	30
2	33,3	50,0	25,0	20,0	33,3	30
3	100,0	50,0	50,0	40,0	33,3	50
4	100,0	100,0	25,0	40,0	66,7	60
5	66,7	50,0	25,0	40,0	0,0	30
6	66,7	50,0	25,0	40,0	33,3	40
7	100,0	50,0	0,0	40,0	50,0	45
8	33,3	50,0	25,0	0,0	0,0	15
9	100,0	0,0	75,0	40,0	66,7	60
10	100,0	50,0	0,0	40,0	33,3	40
11	66,7	50,0	0,0	40,0	33,3	35
12	0,0	50,0	25,0	60,0	33,3	35
13	100,0	50,0	50,0	0,0	33,3	40
14	66,7	50,0	25,0	80,0	16,7	45
15	66,7	50,0	25,0	40,0	33,3	40
16	33,3	0,0	25,0	0,0	16,7	20
17	66,7	50,0	50,0	20,0	33,3	40
18	33,3	0,0	25,0	0,0	0,0	15
19	66,7	100,0	0,0	60,0	50,0	50
20	66,7	50,0	0,0	60,0	33,3	40
PROMEDIO	65,0	50,0	23,8	35,0	30,8	38,0

Los grupos conceptuales establecidos (como se especifican en la tabla 21) de C1 a C5, arrojaron los resultados presentados en la tabla anterior (tabla 23). La gráfica 3, muestra la tendencia inicial

de cada uno de los grupos de conceptos lograda por el total (20 unidades) de los estudiantes del grupo objetivo.



Gráfica 2. Valoración de los grupos conceptuales con base en los resultados obtenidos por los estudiantes en el pre - test de conocimientos.

En la gráfica se puede observar que el grupo conceptual C1, correspondiente a “función y clasificación de las proteínas”, es el que presenta mejores resultados desde los preconceptos de los estudiantes con una media de 65 puntos y el grupo de menor puntaje es el C3 relacionado con las “propiedades de las proteínas” con una media muy baja de 23,8 puntos.

7.2.3. Profundización conceptual por medio de sesiones presenciales (Momento 3)

Posterior a la visualización de los videos, se realizaron dos sesiones presenciales para profundizar los conceptos relacionados con la técnica de electroforesis. Estas sesiones se registraron y almacenaron en medio magnético para la revisión ulterior por parte del investigador, consignando las observaciones pertinentes de cada una de las variables estipuladas en el instrumento diseñado para tal fin, como lo muestra la tabla 22 (Milicic, Rosas, Scharager, García y Godoy, 2008).

Tabla 22. Instrumento de observación semiestructurada para las sesiones presenciales de profundización de conceptos.

FORMULARIO DE EVALUACION CUALITATIVA A GRUPO DE ESTUDIANTES, MEDIANTE SESION DE CLASE PRESENCIAL POSTERIOR A LA VISUALIZACION DE CONCEPTOS EN PLATAFORMA VIRTUAL	
Sesión N° _____	Fecha: _____
Profesor: _____	Grupo: _____
Variable a analizar	Observaciones
Actitudes y valores, trabajo en el aula, hábitos de cooperación y trabajo en casa	
1. Entran puntuales y motivados a clase.	
2. Están atentos a las explicaciones del profesor.	
3. Aceptan correcciones e intentan mejorar.	
4. Traen el material necesario para la clase.	
5. Trabajan individualmente en el aula.	
6. Pasan al tablero cuando se les solicita.	
7. Preguntan dudas al profesor en el aula.	
8. Resuelven dudas mediante el trabajo colectivo.	
9. Aportan respuestas entre sí a preguntas del colectivo.	
10. Demuestran haber visto las video-clases en casa.	
Atención - Concentración	
11. Están atentos a las explicaciones del profesor.	
12. Participan activamente en clase.	
13. Siguen adecuadamente la secuencia de las actividades.	
14. Solicitan con frecuencia repetición de instrucciones.	
15. Aparentan no comprender instrucciones.	
16. Las preguntas tienen estrecha relación con los videos.	
17. Comprenden rápidamente instrucciones de actividades.	
18. el tiempo promedio para terminar actividades es adecuado.	
19. El nivel de atención es igual durante toda la sesión.	
20. Algunos se muestran ausentes o indiferentes durante clase.	
21. Muestran fatiga al ser contrajornada.	
Nivel conceptual	
22. Les es fácil seguir indicaciones relacionadas con los conceptos.	
23. El lenguaje técnico es adecuado.	
24. Se motivan con los conocimientos adquiridos.	
25. Se demuestra interés por relacionar los conceptos aprendidos con su contexto.	
26. Se esfuerzan demasiado por asimilar lenguaje técnico.	
27. Todos demuestran avance luego de ver los videos.	
28. Describen los conceptos con autonomía.	
29. Establecen claramente las diferencias entre conceptos técnicos.	
30. Preguntan frecuentemente cuando el profesor usa lenguaje técnico.	
31. En sus rostros se detectan señales de incompreensión.	
Observaciones finales:	

Dentro de las observaciones que cabe resaltar como resultado del análisis de los videos de las sesiones presenciales, las variables de la tabla 25 que se presentan de forma más evidente son: 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 21, 23, 24, 25 y 30, lo cual da cuenta de la importancia que tiene la presencialidad en el aula para la retroalimentación simultánea a todos los estudiantes del grupo objetivo y la interacción entre pares para asumir roles de tutores. Sin embargo, se observa que, de alguna manera, el horario de las sesiones en contrajornada afecta la apropiación conceptual en términos de rendimiento del tiempo.

7.2.4. Aplicación test de conocimientos y encuesta para valorar la promoción actitudinal hacia el modelo Flipped Classroom (Subfase 4).

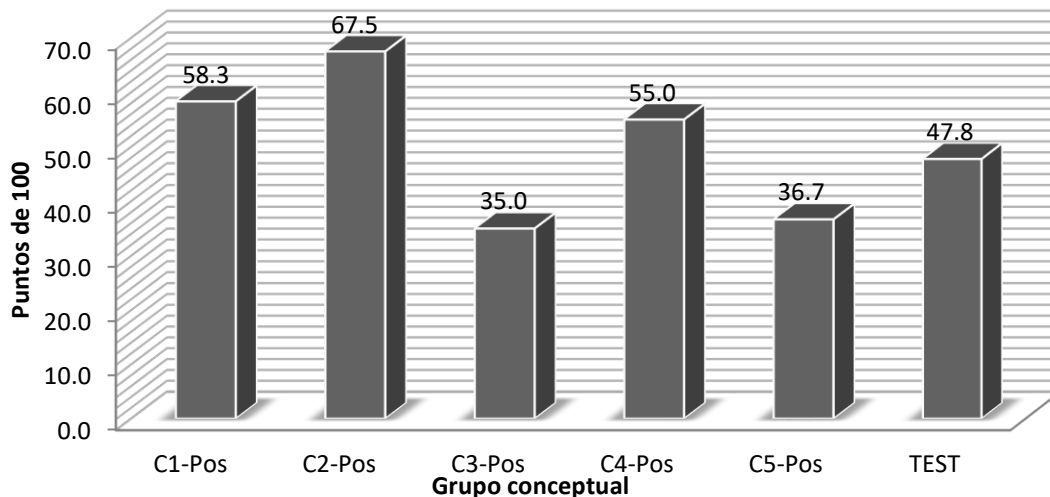
El test de conocimientos en bioquímica, tomando como referencia algunos conceptos relacionados con la técnica de electroforesis, aplicado como prueba de salida, tiene la misma estructura del pre-test, es decir, se establecen los mismos grupos conceptuales tal y como lo muestra la tabla 19. En esta ocasión, los resultados arrojados por la prueba se relacionan en la tabla 23.

Tabla 23. Resultados test de salida, de conceptos de bioquímica relacionados con la técnica de electroforesis.

PUNTAJES TEST DE CONOCIMIENTOS CONCEPTOS DE ELECTROFORESIS (salida)						
N° Estud	C1-Pos (Pts de 100)	C2-Pos (Pts de 100)	C3-Pos (Pts de 100)	C4-Pos (Pts de 100)	C5-Pos (Pts de 100)	TEST (pts. de 100)
1	33,3	100,0	0,0	40,0	33,3	35
2	0,0	50,0	50,0	20,0	16,7	25
3	66,7	50,0	50,0	40,0	66,7	55
4	66,7	100,0	50,0	40,0	50,0	55
5	66,7	50,0	25,0	60,0	50,0	50
6	33,3	50,0	25,0	40,0	0,0	25
7	100,0	50,0	0,0	60,0	0,0	35
8	0,0	50,0	25,0	60,0	33,3	35
9	100,0	50,0	75,0	80,0	66,7	85
10	66,7	100,0	50,0	60,0	33,3	55
11	33,3	100,0	25,0	20,0	16,7	30
12	33,3	50,0	25,0	40,0	50,0	40
13	100,0	50,0	75,0	80,0	16,7	60
14	66,7	100,0	25,0	40,0	33,3	45
15	100,0	50,0	25,0	60,0	50,0	55
16	100,0	50,0	25,0	60,0	50,0	55
17	0,0	50,0	0,0	80,0	16,7	30
18	66,7	50,0	50,0	60,0	33,3	50
19	66,7	100,0	25,0	80,0	66,7	65
20	66,7	100,0	75,0	80,0	50,0	70
PROMEDIOS	58,3	67,5	35,0	55,0	36,7	47,8

En la gráfica 4, se esbozan los resultados obtenidos por el grupo objetivo en la prueba de salida, teniendo en cuenta los conceptos de bioquímica relacionados con la técnica de laboratorio de electroforesis. Estos resultados, al igual que en la prueba de entrada, se relacionan según su grupo conceptual.

Valoración prueba de salida conocimientos



Gráfica 3. Valoración prueba de conocimientos (salida), de conceptos de bioquímica relacionados con la técnica de electroforesis.

La gráfica muestra que el rendimiento más alto en la prueba de salida, corresponde al grupo de conceptos 2 (C2), que hace referencia a las unidades estructurales de las proteínas y el más bajo se encuentra en el grupo de conceptos 3 (C3), que se enfoca en las propiedades de las proteínas.

Luego del test de conocimientos, se aplicó la prueba Likert para validar el constructo actitudinal tomando en cuenta los componentes y las categorías que se relacionan en la tabla 22, con los mismos ítems que la tabla menciona. Dentro de las posibles respuestas, se tienen para seleccionar según el criterio del estudiante, las siguientes: TD – total desacuerdo, MD – mediano desacuerdo, MA – mediano acuerdo, A – acuerdo y TA – total acuerdo.

En la tabla 24, se muestra el resultado en una escala de 0 a 5, de un total de 18 encuestas, ya que dos de ellas fueron eliminadas por inconsistencias en las preguntas de control (la del estudiante N° 12 y la del estudiante N° 15), en el cual se realizó el conteo total por pregunta de cada una de las respuestas escogidas por cada estudiante. De cada columna de respuestas por categoría, se obtuvo la mediana y se asignaron valores de correlación para luego darle valor ponderado a cada categoría. Los valores asignados a cada respuesta se establecieron de la siguiente manera: TD=0, MD=1, MA=2, A=3 y TA=4.

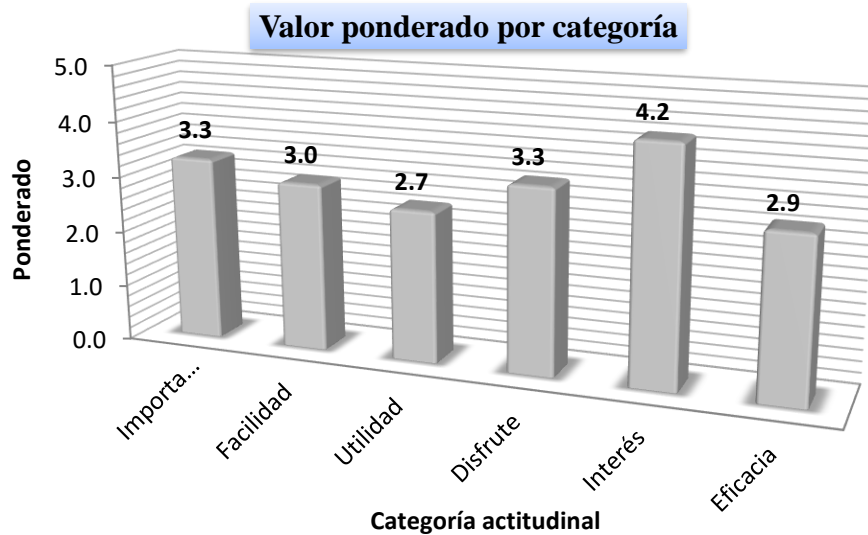
Tabla 24. Ponderado obtenido por categoría.

N° Preg.	N° Estudiante																				Respuesta por categoría					PONDERADO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	16	17	18	19	20	TD	MD	MA	A	TA			
1	MA	A	MA	MA	MA	A	TA	MA	MA	A	MD	MA	A	TA	A	MA	TA	TA	0	1	8	5	4	IMPORTEANCIA	3,3	
2	MA	TA	TA	A	MA	MA	MD	A	MA	MA	TD	A	A	A	MD	A	A	1	2	5	8	2				
3	TA	A	TA	A	A	A	A	TA	TD	TA	MA	A	TA	TA	MA	A	TA	TA	1	0	2	7	8			
4	MA	MA	TA	A	A	TA	MD	A	MA	TA	MD	MA	A	A	A	TA	MA	A	0	2	5	7	4	DIFICULTAD	3,0	
5	MA	TA	MA	TA	A	A	TD	TA	MA	A	MA	MD	MA	TA	MD	A	TA	A	1	2	5	5	5			
6	A	TA	MA	TA	MA	MA	MD	MD	MA	MA	MA	TD	MD	TA	MD	A	MA	A	1	4	7	3	3			
7	MA	MA	TA	MA	A	TA	MA	TA	MD	A	A	MD	TA	MA	MA	A	A	TA	0	2	6	5	5	UTILIDAD	2,7	
8	A	A	TA	A	MA	A	MD	MA	MD	A	MA	MA	A	MA	MD	A	MD	MA	0	4	6	7	1			
9	A	A	A	A	A	A	MD	MA	MA	MA	MA	TA	A	A	MD	MA	MA	A	0	2	6	9	1			
10	MA	MA	TA	MA	A	TA	MA	A	TD	A	TD	A	TA	A	A	A	MA	TA	2	0	5	7	4	DISFRUTE	3,3	
11	TD	MA	TA	MA	TA	TA	TD	MA	MA	TD	TD	MD	MA	MA	MA	MA	MA	A	4	1	9	1	3			
12	MA	A	MA	A	MA	A	MA	A	TD	MA	A	A	MA	MD	MA	A	TA	TA	2	1	7	7	1			
13	MA	TA	TA	MA	A	TA	A	TA	MD	MD	A	A	TA	A	A	TA	A	TA	0	2	2	7	7	INTERÉS	4,2	
14	A	MA	A	A	A	A	MA	TA	MA	MA	MA	MA	A	MA	MA	A	MA	TA	0	1	8	7	2			
15	MA	TA	TA	MA	TA	TA	MD	TA	MA	MD	MD	TD	TD	TA	MA	TA	MD	MA	2	4	5	0	7			
16	MA	A	TA	A	MA	MA	MD	MA	MA	TD	MA	MA	MA	A	MD	A	A	A	0	2	5	7	7	EFICACIA	2,9	
17	MA	MA	A	MA	A	MA	MD	TD	MA	MA	MD	A	MD	A	A	MA	TA	TA	1	3	7	5	2			
18	MA	TA	A	MA	MA	MA	MD	TA	MA	MD	MA	MA	A	A	MA	TA	MD	TA	0	3	8	3	4			
19	MA	TA	TA	A	TA	A	MA	TA	MD	MD	MA	MD	A	A	A	A	TA	TA	0	3	3	7	5	CONTROL	2,9	
20	A	MD	TD	MD	MD	TD	A	MD	A	A	MA	TD	TD	MD	MD	TD	TD	TD	7	6	1	4	0			

CONVENCIONES	
TD	Total Desacuerdo
MD	Mediano Desacuerdo
MA	Mediano Acuerdo
A	Acuerdo
TA	Total Acuerdo

Eliminadas las encuestas de los estudiantes 12 y 15 por inconsistencias en las respuestas de control

La gráfica 5, muestra los ponderados obtenidos por categoría, donde es posible evidenciar que el interés, es la de mayor favorabilidad hacia el uso del modelo Flipped Classroom.



Gráfica 4. Valor ponderado por categoría de análisis.

7.3. Fase final

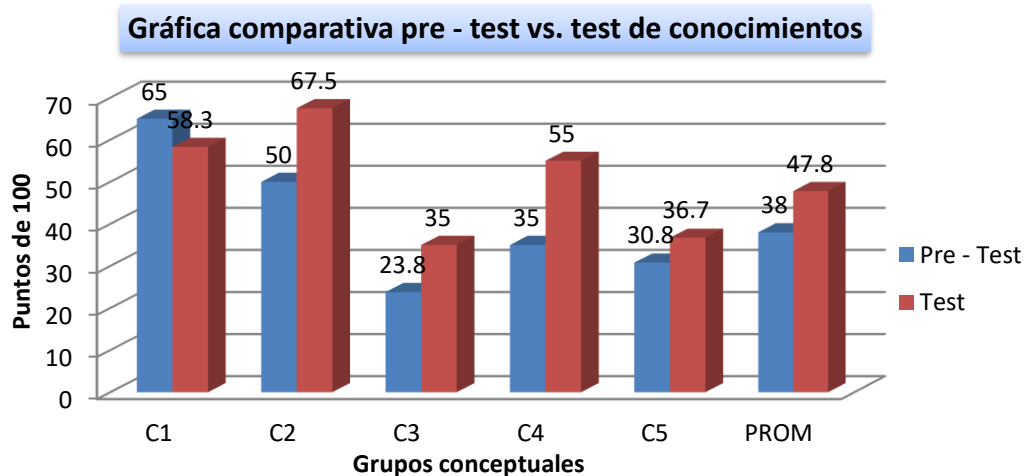
7.3.1. Análisis del nivel de Transposición Didáctica a partir de las pruebas pre y pos de test de conocimientos

Inicialmente, se revisaron las respuestas dadas por los estudiantes para cada uno de los grupos conceptuales definidos para transponer, tal y como se plantea en la tabla 19, luego, un análisis global para la transposición total con base en los resultados finales de cada prueba y posteriormente, se realizó una aproximación cuantitativa de los datos para evaluar si se presentó un cambio significativo en cada uno de los grupos conceptuales junto con la conceptualización general (total de la prueba), mediante análisis no paramétrico a partir del test de Wilcoxon.

La tabla 25, muestra la base de datos donde se registran y relacionan los resultados obtenidos por los estudiantes entre el pre – test y el test de conocimientos, tanto por grupo conceptual (tabla 19), como la mostrada en la valoración total de la prueba y subsiguientemente, se muestra la gráfica (gráfica 6) que corresponde a los datos señalados.

Tabla 25. Valoración comparativa de grupos conceptuales y resultado final pre - test y test de conocimientos.

PUNTAJES PRE-TEST Y TEST DE CONOCIMIENTOS CONCEPTOS DE ELECTROFORESIS												
N°	C1-Pre (Pts de 100)	C1-Pos (Pts de 100)	C2-Pre (Pts de 100)	C2-Pos (Pts de 100)	C3-Pre (Pts de 100)	C3-Pos (Pts de 100)	C4-Pre (Pts de 100)	C4-Pos (Pts de 100)	C5-Pre (Pts de 100)	C5-Pos (Pts de 100)	PRE - TEST (pts de 100)	TEST (pts de 100)
1	33,3	33,3	100,0	100,0	0,0	0,0	40,0	40,0	16,7	33,3	30	35
2	33,3	0,0	50,0	50,0	25,0	50,0	20,0	20,0	33,3	16,7	30	25
3	100,0	66,7	50,0	50,0	50,0	50,0	40,0	40,0	33,3	66,7	50	55
4	100,0	66,7	100,0	100,0	25,0	50,0	40,0	40,0	66,7	50,0	60	55
5	66,7	66,7	50,0	50,0	25,0	25,0	40,0	60,0	0,0	50,0	30	50
6	66,7	33,3	50,0	50,0	25,0	25,0	40,0	40,0	33,3	0,0	40	25
7	100,0	100,0	50,0	50,0	0,0	0,0	40,0	60,0	50,0	0,0	45	35
8	33,3	0,0	50,0	50,0	25,0	25,0	0,0	60,0	0,0	33,3	15	35
9	100,0	100,0	0,0	50,0	75,0	75,0	40,0	80,0	66,7	66,7	60	85
10	100,0	66,7	50,0	100,0	0,0	50,0	40,0	60,0	33,3	33,3	40	55
11	66,7	33,3	50,0	100,0	0,0	25,0	40,0	20,0	33,3	16,7	35	30
12	0,0	33,3	50,0	50,0	25,0	25,0	60,0	40,0	33,3	50,0	35	40
13	100,0	100,0	50,0	50,0	50,0	75,0	0,0	80,0	33,3	16,7	40	60
14	66,7	66,7	50,0	100,0	25,0	25,0	80,0	40,0	16,7	33,3	45	45
15	66,7	100,0	50,0	50,0	25,0	25,0	40,0	60,0	33,3	50,0	40	55
16	33,3	100,0	0,0	50,0	25,0	25,0	0,0	60,0	16,7	50,0	20	55
17	66,7	0,0	50,0	50,0	50,0	0,0	20,0	80,0	33,3	16,7	40	30
18	33,3	66,7	0,0	50,0	25,0	50,0	0,0	60,0	0,0	33,3	15	50
19	66,7	66,7	100,0	100,0	0,0	25,0	60,0	80,0	50,0	66,7	50	65
20	66,7	66,7	50,0	100,0	0,0	75,0	60,0	80,0	33,3	50,0	40	70
MEDIAS	65,0	58,3	50,0	67,5	23,8	35,0	35,0	55,0	30,8	36,7	38,0	47,8



Gráfica 5. Análisis comparativo entre valores pre-test y test de conocimientos, respecto a los grupos conceptuales a transponer y el correspondiente resultado final de las pruebas.

Primeramente, es posible evidenciar según las tendencias de las gráficas, que existe en los grupos C2 a C5 una mejor puntuación y que existió una situación “anómala” (según lo esperado) a revisar, que se encuentra en la tendencia del grupo C1 (Función y clasificación de las proteínas), presentando un valor más bajo en el test, que en el pre-test. Sin embargo, es posible notar que en el resultado final de la prueba se presenta una condición más favorable respecto a la conceptualización general de los estudiantes.

Es probable, que la situación presentada en C1 sea una consecuencia del lenguaje técnico utilizado en la función y la clasificación de las proteínas, por ello, es necesario poner especial atención, en el lenguaje que se usa al momento de preparar clases usando las herramientas proporcionadas por las TIC (Sierra, Dimas y Flórez, 2018). De este modo, se hace relevante entender que el uso de las TIC en la elaboración de clases bajo el modelo Flipped Classroom depende en gran manera de la creatividad del docente para generar motivación por medio del proceso de autoformación y aprovechando la situación propicia en el espacio académico presencial. Adicionalmente, fue posible deducir la tendencia creciente respecto a C4, lo cual indicó que la visualización de procesos de laboratorio (técnica de electroforesis en este caso particular) pudo ser más eficiente que los videos elaborados con conceptos meramente teóricos.

El test de Wilcoxon permite confirmar la validez de los datos obtenidos en la gráfica con una confiabilidad del 95%, así, el contraste entre el pre-test y el test de conocimientos da cuenta de la

eficacia del modelo Flipped Classroom para efectuar la Transposición Didáctica de conceptos (tabla 26).

Tabla 26. Datos estadísticos de contraste, mediante prueba de Wilcoxon para grupos conceptuales y test general.

Ítem	C1 pos - C1 pre	C2 pos - C2 pre	C3 post - C3 pre	C4 pos - C4 pre	C5 pos - C5 pre	Test - Pretest
Rango	-,924b	-2,646c	-1,836c	-2,404c	-1,076c	-2,387c
Sig. Wilcox	,356	,008	,066	,016	,282	,017
Grupo concep.	Función y clasificación de las proteínas.	Unidades estructurales de las proteínas.	Propiedades de las proteínas.	Equipo de electroforesis y campo eléctrico.	pH y su relación con la electroforesis.	TEST GENERAL

b. Basado en los rangos positivos

c. Basado en los rangos negativos

- Valores sin diferencia significativa entre **pos** y **pre** ($>0,05$)
- Valores aproximados al nivel de significancia entre **pos** y **pre**
- Valores significativamente diferentes entre **pos** y **pre** ($\leq 0,05$)

Con el test de Wilcoxon es posible verificar la tendencia del contraste (Rango positivo o negativo) y si la diferencia entre los valores finales y los iniciales es realmente significativa (los valores de significancia asintótica bilateral mayores a 0,05 no son efectivamente significativos), es decir, si en este caso resulta útil el uso del modelo Flipped Classroom para la Transposición Didáctica de conceptos. Se confirma mediante la prueba no paramétrica de hipótesis test de signos de Wilcoxon, el repliegue conceptual en el grupo C1 (basado en el Rango b), que, sin embargo, no lo presenta como un retroceso significativo. Los demás grupos conceptuales y el resultado del test general, presentan, por el contrario, una tendencia a promover el cambio conceptual hacia una información mucho más estructurada en contexto y en consecuencia más comprensible (basado en el Rango C). No obstante, el grupo conceptual C5, no presenta un cambio significativo, es decir, que aún los estudiantes tienen inconvenientes al momento de entender, analizar, interpretar y contextualizar los conceptos que implican la relación entre pH y la técnica de electroforesis. En ese orden de ideas, el grupo conceptual C3 presenta aún ciertas dificultades en la asimilación de los conceptos relacionados con las propiedades de las proteínas y en cuanto a los grupos conceptuales C2 y C4, así como en el resultado del test general, es posible notar que el cambio

conceptual fue significativo, lo cual da un indicio de la pertinencia respecto al uso del modelo Flipped Classroom para la Transposición Didáctica de conceptos.

Lo anterior concuerda con lo expuesto por Cristancho, Repizo y Casas (2009) en cuanto refieren problemas evidentes al momento de transponer conceptos técnicos a conceptos asimilables, debido a la marcada costumbre de los docentes a usar metodologías mecanicistas para enseñar conceptos de química, lo cual dificulta que los estudiantes comprendan lo que concierne a fenómenos químicos en contexto, llevándoles a creer que los ejercicios de lápiz y papel son verdaderos problemas de índole científico.

En el ámbito escolar y más exactamente en los procesos de evaluación en química, suele ser más relevante el resultado de una prueba algorítmicamente estructurada, que la conclusión misma del estudiante respecto a los conceptos allí relacionados y la posibilidad de plantear problemas nuevos (García, 2003), lo que lleva a la idea de establecer un cambio metodológico que reestructure los conceptos, así también, de replantear los procedimientos en los procesos de enseñanza y evaluación, que de modo concluyente recaiga en una promoción actitudinal favorable de los escolares hacia los procesos de aprendizaje.

Cristancho, Repizo y Casas (2009), observan la dificultad existente en su grupo objetivo para relacionar su contexto con el concepto de biomolécula (especialmente de las proteínas), al no tener una representación expresamente matemática, lo cual genera la gran brecha entre el concepto del estudiante de secundaria y el concepto definido por la comunidad científica.

Si bien, desde la tesis doctoral de Verret (1975), la Transposición Didáctica es una forma de transmitir el conocimiento de “aquellos que saben”, a “aquellos que no saben”, es necesario precisar las metodologías usadas en tal transformación, lo que, en el caso de la enseñanza de las ciencias, hace necesario recurrir a estrategias didácticas, entendiendo que la didáctica es la ciencia de enseñar (Soto, 2012). De este modo, de acuerdo con la postura de Verret, no se puede enseñar un objeto sin una transformación previa, la conversión de un “objeto de estudio en un objeto de enseñanza” (Verret, 1975, p. 140) y es desde este enfoque, donde la metodología del profesor se hace relevante, debido a la habilidad que debe tener el maestro para seleccionar el “saber a enseñar”, descontextualizarlo del saber erudito y convertirlo en un saber enseñable para que el estudiante lo logre recontextualizar en su estructura conceptual.

En correspondencia a lo anteriormente expuesto, Chevallard (1985) complementa el sustento teórico de la Transposición Didáctica, en la idea de un proceso que no es inmediato; año tras año van sucediendo transformaciones adaptativas que la experiencia va dando al profesor, para lograr que un concepto técnico se vuelva apto para ser enseñado, a medida que se va encontrando simultáneamente la relación existente entre la información que se elige para enseñar y la “noosfera” (representantes del sistema de enseñanza y representantes de la sociedad: miembros de la asociación de docentes, profesores, padres de estudiantes, especialistas de la disciplina que militan alrededor de su enseñanza, representantes de los organismos políticos, entre otros), por lo cual, es posible deducir los resultados obtenidos en el presente proyecto con respecto a algunas dificultades reportadas por las diferentes herramientas de análisis.

Para verificar la efectividad de la transposición de conceptos, sería necesario posteriormente identificar la transformación que realiza el estudiante con su nuevo conocimiento, para llevarlo al área de aplicación; en prácticas de laboratorio por ejemplo o simulación de modelos a escala, de esta manera es que el saber cobra sentido en el contexto del aprendiz (Camarena, 2001).

Teniendo en cuenta la tendencia de los resultados en cuanto a la progresión en la transposición de los conceptos, es posible inferir que el modelo Flipped Classroom permite alejarse del mecanicismo tradicional en la enseñanza de las ciencias exactas y facilitar la Transposición Didáctica de conceptos a través del desarrollo habitual de sus prácticas (por ejemplo, el uso de las TIC). Cabe resaltar que este modelo tal y como lo afirma Torres (2016), permite que el proceso de aprendizaje se adapte al ritmo del estudiante, facilitando el ejercicio de transformación conceptual, que además estimula el aprendizaje autónomo; uno de los principios básicos del constructivismo.

Como valor agregado, como se pudo constatar en el instrumento de observación semiestructurada diseñado para las sesiones presenciales (tabla 24), que el tiempo de clase es aprovechado para “profundizar” y no para “instruir”, como suele suceder habitualmente, que además permite, como aseveran Brookfield y Preskill (2012), que los estudiantes lleguen preparados para participar activamente en el tema correspondiente, lo cual permite una evolución conceptual más ágil. De este modo, fue posible dar cuenta de lo expuesto por Bergman y Sams (2012), con respecto a los pilares definidos para el Flipped Classroom: un entorno flexible de aprendizaje, un enfoque pedagógico centrado en el estudiante, el docente que previamente

selecciona el contenido relacionado directamente con los conceptos que quiere transponer y los educadores se tornan más reflexivos en el ejercicio de su práctica profesional.

Otra ventaja que supone el modelo Flipped Classroom en el ejercicio de Transposición Didáctica de conceptos, se sustenta en el gran alcance poblacional que tiene el uso de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje, ya que la idea de espacio y tiempo determinados para acceder al conocimiento no son una limitante para tal fin. (Tinio 2002). Sin embargo, se debe tener en cuenta que no todos los estudiantes alcanzaron niveles óptimos de conceptualización, lo que requiere especial atención y lo que permite percibir que el modelo Flipped Classroom no se debe relegar a un mero aprendizaje virtual, que desde la postura de Hederich (2014), este tipo de aprendizaje como único método, puede recaer en algunas deficiencias al momento de medir los logros de los aprendices.

7.3.2. Instrumento para evaluar el constructo actitudinal hacia el uso del Flipped Classroom como modelo pedagógico para Transposición Didáctica de conceptos.

Para evaluar el constructo actitudinal hacia el modelo Flipped Classroom como propuesta pedagógica para realizar el proceso de Transposición Didáctica de conceptos, se tomaron en cuenta las categorías propuestas por Abdullah, Mohamed e Ismail (2007) referidas en la tabla 19. Al aplicar el instrumento correspondiente (con la estructura de prueba Likert mostrada en la tabla 23), se obtuvieron los resultados expuestos en la tabla 27, con base en las siguientes posibilidades de respuesta: Total Desacuerdo (TD), Mediano Desacuerdo (MD), Mediano Acuerdo (MA), Acuerdo (A) y Total Acuerdo (TA).

7.3.2.1. Validación de las variables de estudio por medio del coeficiente alfa de Cronbach y análisis multivariado SSA (Smallest Space Analysis).

Como se muestra en la tabla 19, se tienen seis categorías de estudio (Importancia, Dificultad, Utilidad, Disfrute, Interés y Eficacia) distribuidas en tres componentes relacionados con ellas (Cognitivo para las tres primeras categorías, Afectivo para las dos siguientes y Conductual para la última categoría). El instrumento para valorar las actitudes hacia el modelo Flipped Classroom se diseñó a partir del originalmente estructurado por Shattuck (2016), al cual se le estimó el valor de

alfa de Cronbach, obteniendo un coeficiente igual a 0,876 indicando así un alto índice de consistencia interna en el instrumento. Para validar la consistencia de las variables de estudio, se calculó el valor del coeficiente del alfa de Cronbach para cada uno de los ítems de la encuesta en relación con las respuestas dadas por el grupo objetivo y posteriormente se confirma la correlación de las categorías mediante análisis de pequeñas dimensiones SSA (clusters), para evaluar la pertinencia de relación con la categoría y el componente al que corresponden.

Para realizar el análisis adecuado, teniendo en cuenta el plano actitudinal debe ser favorable, a cada una de las respuestas dadas por el grupo objetivo se realizaron las siguientes acciones:

- La categoría dificultad se reemplazó por facilidad, teniendo en cuenta que se requiere analizar una promoción actitudinal positiva.
- Se invirtieron las respuestas proyectadas como actitudinalmente negativas, es decir, si uno de los sujetos respondió TD (Total Desacuerdo) al ítem que afirma la idea de seguir el modelo Flipped Classroom como un ejercicio muy agotador (ítem N° 7) para efectos de análisis se registró “TA” (Total Acuerdo), esto permite puntuaciones más altas (actitudinalmente positivas).
- Se analizaron las respuestas contradictorias a los ítems 19 y 20, de control, que de manera correspondiente son la antítesis de los ítems 13 y 10. Con base en ese análisis se anularon dos encuestas (la del sujeto número 12 y la del número 15), lo que como resultado dejó un total de 18 participantes para la investigación.
- Se asignaron valores numéricos a cada respuesta literal de la siguiente manera: TD=0, MD=1, MA=2, A=3 y TA=4.
- Cada ítem se codificó para asignarle un rótulo en los programas usados para resultados y análisis estadístico de datos (IBM SPSS y Hudap 8). A cada ítem codificado se le denominó reactivo y cada categoría tiene tres reactivos. Así, por ejemplo, la categoría Importancia tiene tres reactivos asignados como Imp1, Imp2 e Imp3. Sucesivamente se realizó la misma acción con las demás categorías.

A continuación, se muestran en la tabla 27, los valores resultantes para cada uno de los reactivos obtenidos luego de ejecutar las acciones anteriormente mencionadas.

Tabla 27. Datos para validar las variables de estudio (categorías y componentes).

DATOS NUMÉRICOS PARA ALFA DE CRONBACH Y SSA																						
N° datos	COMPONENTES		COGNITIVO									AFECTIVO						CONDUCTUAL				
	Cod. Rx cat.	N° est.	Imp1	Imp2	Imp3	Fac1	Fac2	Fac3	Ut1	Ut2	Ut3	Dis1	Dis2	Dis3	Int1	Int2	Int3	Ef1	Ef2	Ef3		
1	1		2	2	4	2	2	3	2	3	3	2	0	2	2	3	2	2	2	2		
2	2		3	4	3	2	4	4	2	3	3	2	2	3	4	2	4	3	2	4		
3	3		2	4	4	4	2	2	4	4	3	4	4	2	4	3	4	4	3	3		
4	4		2	3	3	3	4	4	2	3	3	2	2	3	2	3	2	3	2	2		
5	5		2	2	3	3	3	2	3	2	3	3	4	2	3	3	4	2	3	2		
6	6		3	2	3	4	3	2	4	3	3	4	4	3	4	3	4	2	2	2		
7	7		4	1	3	1	0	1	2	1	1	2	0	2	3	2	1	1	1	1		
8	8		2	3	4	3	4	1	4	2	2	3	2	0	4	4	4	2	0	4		
9	9		2	2	0	2	2	2	1	1	2	0	2	3	1	1	2	2	2	2		
10	10		3	2	4	4	3	2	3	2	3	0	0	1	2	1	0	2	1	1		
11	11		1	0	2	1	2	2	3	2	2	0	0	2	3	2	1	2	1	2		
12	13		2	3	3	2	1	0	1	2	4	3	1	3	3	2	0	2	3	2		
13	14		3	3	4	3	2	1	4	3	3	4	2	3	4	3	0	2	1	3		
14	16		4	3	4	3	4	4	2	2	3	3	2	2	3	2	4	3	3	3		
15	17		3	1	2	3	1	1	2	1	1	3	2	1	3	2	2	1	3	2		
16	18		2	3	3	4	3	3	3	3	2	3	2	2	4	3	4	3	2	4		
17	19		4	3	4	2	4	2	3	1	2	2	2	3	3	2	1	3	4	1		
18	20		4	3	4	3	3	3	4	2	3	4	3	4	4	4	2	3	4	4		

Con los datos registrados en la tabla 27, se realizaron los cálculos necesarios para hallar el coeficiente del alfa de Cronbach y de este modo, validar la pertinencia de los ítems del instrumento con respecto a las categorías (tabla 28) y los componentes (tabla 29) en los cuales se incluyen.

Tabla 28. Pertinencia del reactivo en la categoría mediante coeficiente alfa de Cronbach.

Categoría	Alfa de Cronbach	Reactivo (cada ítem de la prueba)	Correlación reactivo	Alfa de Cronbach si se elimina el reactivo
Importancia	0,607	Imp1	0,314	0,639
		Imp2	0,396	0,539
		Imp3	0,555	0,282
Facilidad	0,668	Fac1	0,285	0,787
		Fac2	0,682	0,259
		Fac3	0,516	0,523
Utilidad	0,586	Ut1	0,269	0,701
		Ut2	0,647	0,069
		Ut3	0,326	0,581
Disfrute	0,551	Dis1	0,350	0,467
		Dis2	0,609	-0,042
		Dis3	0,176	0,690
Interés	0,632	Int1	0,529	0,432
		Int2	0,507	0,521
		Int3	0,407	0,704
Eficacia	0,510	Ef1	0,676	-0,209
		Ef2	0,137	0,709
		Ef3	0,254	0,526

- Baja consistencia respecto a los valores asignados a cada ítem (<0,7)
- Baja correlación del reactivo con la categoría de análisis (<0,3)
- Nivel de consistencia óptimo para análisis (≥0,7)

Tabla 29. Pertinencia del reactivo en el componente mediante coeficiente alfa de Cronbach.

Componente	Alfa de Cronbach	Reactivo (cada ítem de la prueba)	Correlación reactivo	Alfa de Cronbach si se elimina el reactivo
Cognitivo	0,785	cog1	0,093	0,810
		cog2	0,657	0,737
		cog3	0,607	0,745
		cog4	0,533	0,756
		cog5	0,605	0,743
		cog6	0,389	0,778
		cog7	0,401	0,775
		cog8	0,573	0,752
		cog9	0,409	0,773
Afectivo	0,741	Af1	0,541	0,685
		Af2	0,764	0,606
		Af3	0,078	0,798
		Af4	0,656	0,661
		Af5	0,561	0,697
		Af6	0,415	0,735
Conductual	0,510	Con1	0,676	-0,209
		Con2	0,137	0,709
		Con3	0,254	0,526

■ Baja consistencia respecto a los valores asignados a cada ítem (<0,7)

■ Baja correlación del reactivo con el Componente de análisis (<0,3)

■ Nivel de consistencia óptimo para análisis (≥0,7)

Teniendo en cuenta que el reactivo debe tener una correlación mayor o igual a 0,3, para que su utilidad en el análisis sea eficaz y que el coeficiente alfa de Cronbach debe ser mayor o igual a 0,7 para que sea consistente con los valores asignados a cada ítem, se observa que es mucho más adecuado validar el constructo actitudinal con respecto a la pertinencia de sus reactivos por componentes, que por categorías. Por lo tanto, se procedió a confirmar la correspondencia de los reactivos por componentes mediante SSA (Smallest Space Analysis), haciendo previamente los ajustes, eliminando aquellos reactivos con baja correlación (Cog1, Af3 y Con2) consiguiendo de este modo subir el valor para el alfa de Cronbach en cada componente.

Luego de eliminar los reactivos, se generó una base de datos (tabla 30) ajustada para los análisis por medio de SSA para confirmación de la correlación entre los componentes y con las medianas correspondientes a las respuestas de cada sujeto del grupo objetivo según el componente para el análisis POSAC.

Tabla 30. Base de datos para análisis SSA y POSAC.

DATOS NUMÉRICOS PARA ANÁLISIS SSA Y POSAC POR COMPONENTES																				
N° datos	COMPONENTES		COGNITIVO							AFECTIVO						CONDUCTUAL				
	Cod. Rx cat.	N° est.	Cog2	Cog3	Cog4	Cog5	Cog6	Cog7	Cog8	Cog9	Med. Cog	Af1	Af2	Af4	Af5	Af6	Med. Af	Con1	Con3	Med. Con
1	1		2	4	2	2	3	2	3	3	3	2	0	2	3	2	2	2	2	2
2	2		4	3	2	4	4	2	3	3	3	2	2	4	2	4	2	3	4	4
3	3		4	4	4	2	2	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4
4	4		3	3	3	4	4	2	3	3	3	2	2	2	3	2	2	3	2	3
5	5		2	3	3	3	2	3	2	3	3	3	4	3	3	4	3	2	2	2
6	6		2	3	4	3	2	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	2	2	2
7	7		1	3	1	0	1	2	1	1	1	2	0	3	2	1	2	1	1	1
8	8		3	4	3	4	1	4	2	2	3	3	2	4	4	4	4	2	4	4
9	9		2	0	2	2	2	1	1	2	2	0	2	1	1	2	1	2	2	2
10	10		2	4	4	3	2	3	3	2	3	3	0	1	2	1	1	0	1	1
11	11		0	2	1	2	2	3	2	2	2	0	0	3	2	1	1	2	2	2
12	13		3	3	2	1	0	1	2	4	2	3	1	3	2	0	2	2	2	2
13	14		3	4	3	2	1	4	3	3	3	4	2	4	3	0	3	2	3	3
14	16		3	4	3	4	4	2	2	3	3	3	2	3	2	4	3	3	3	3
15	17		1	2	3	1	1	2	1	1	1	3	2	3	2	2	2	1	2	2
16	18		3	3	4	3	3	3	3	2	3	3	2	4	3	4	3	3	4	4
17	19		3	4	2	4	2	3	1	2	3	2	2	3	2	1	2	3	1	3
18	20		3	4	3	3	3	4	2	3	3	4	3	4	4	2	4	3	4	4

Rpta. Literal	Convenc.	Valor
Total Desacuerdo	TD	0
Mediano Desacuerdo	MD	1
Mediano Acuerdo	MA	2
Acuerdo	A	3
Total Acuerdo	TA	4

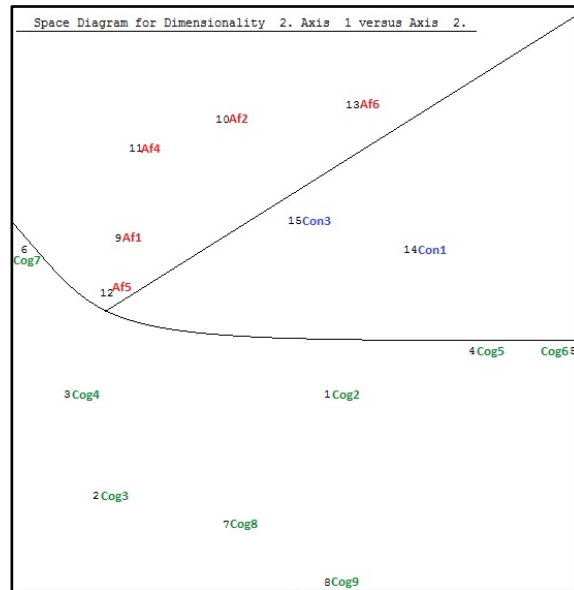


Figura 13. Análisis dimensional SSA (Smallest Space Analysis)

Asignados los reactivos a cada ítem correspondiente a su componente, es posible verificar la correlación (pertinencia) entre cada uno de ellos formando tres grupos o clusters visibles en el espacio bidimensional. El resultado gráfico mostrado por SSA, confirma las aseveraciones de Elejabarrieta e Iñiguez, (1984) en cuanto a los instrumentos de medición para escalas de actitud, los cuales permiten el acercamiento de la variabilidad afectiva de las personas, respecto a cualquier objeto o representación que cause un impacto psicológico en las personas.

Desde la perspectiva anterior, también es posible citar a Thurstone (1928), quien considera que al medir la actitud, no se describe la actitud en si, sino solamente el atributo que se ha medido con

la escala. Desde esta representación de Thurstone (1928), lo que se logra hacer es un ordenamiento de todos los individuos según sus actitudes sean más o menos favorables a un cierto objeto.

7.3.3. Análisis de tendencias respecto a la favorabilidad actitudinal hacia el uso del modelo Flipped Classroom para Transposición Didáctica de conceptos mediante POSAC.

Para el análisis de tendencias mediante Escalogramas de Orden Parcial POSAC, se toman en cuenta las medianas obtenidas por cada estudiante en cada uno de los componentes, tal y como lo muestra la tabla 33 (Med.Cog, Med.Af y Med.Con).

La frase mapa, que orientó el proceso para el análisis por POSAC, fue la siguiente: Cuál es el grado de favorabilidad de un escolar que estudia en la I. E. D. Funza, sede Furatena, de grados décimo y undécimo, en términos actitudinales desde los componentes Cognitivo, Afectivo y Conductual, con un grado de acuerdo muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto.

La matriz para el análisis por POSAC, se diseñó con 18 filas (estudiantes del grupo objetivo) y 3 columnas (Med.Cog con las medianas del componente cognitivo, Med.Af con las medianas del componente afectivo y Med.Con con las medianas del componente conductual).

Una vez establecida la matriz para el análisis por POSAC, se ejecutó el programa que corresponde al paquete de software Hudap 8, obteniendo así los diagramas bidimensionales correspondientes; uno general para todos los componentes y los siguientes con base en las precisiones arrojadas por el programa para cada componente (Med.Cog, Med.Af y Med.Con). Con base en estos diagramas, se efectuaron los análisis correspondientes.

7.3.3.1. Análisis POSAC para la muestra general.

Inicialmente el programa muestra los coeficientes de monotonidad que se relacionan en la tabla 31, para cada uno de los componentes de análisis.

Tabla 31. Tabla de coeficientes de monotonicidad entre los componentes de análisis.

Coeficientes de débil monotonicidad entre los ítems				
Reactivo componente	Ítem	1	2	3
Med.Cog	1	1.00		
Med.Af	2	.88	1.00	
Med.Con	3	.94	.83	1.00

Los elevados valores obtenidos de correlación sugieren que existe identidad entre los componentes actitudinales Cognitivo, Afectivo y Conductual, confirmando así parte del trabajo realizado por Abdullah, Mohamed e Ismail (2007) como proximidad conceptual entre las categorías del componente Afectivo (Disfrute e Interés), con la categoría del componente Conductual (Eficacia). Sin embargo, se verifica en el presente trabajo que, al realizar el análisis por componentes, la mayor correlación se encuentra entre el componente Cognitivo y el Conductual, más que con el componente Afectivo. Esta correlación puede revelar que el modelo es eficaz (componente Conductual), si el estudiante lo considera importante para sus procesos de aprendizaje, útil para su contextualización y fácil de asimilar (componente Cognitivo), lo que a su vez genera interés y disfrute en su proceso educativo (componente Afectivo).

Ajustados los valores por el programa POSAC, se suscita un listado de perfiles que indican los valores generados por las puntuaciones dadas para el nivel de favorabilidad (de 0 a 4 según la respuesta literal con su valor numérico asignado) en el que los valores más altos indican mayor favorabilidad. Muestra además la frecuencia con la cual se repiten estos valores según se den simultáneamente las mismas puntuaciones en todos los ítems de análisis. La tabla 32 muestra el número de perfiles generados, la identificación del perfil, la frecuencia con la cual el perfil se repite (número de sujetos de la muestra con el mismo perfil) y el porcentaje de sujetos del grupo objetivo con el mismo perfil.

Tabla 32. Tabla de perfiles generada por POSAC.

Tabla de perfiles					
N°	Perfil			Frecuencia	% sujetos
	Med.Cog	Med.Af	Med.Con		
1	4	4	4	1	5,56
2	3	4	4	2	11,11
3	3	3	4	1	5,56
4	3	4	2	1	5,56
5	3	2	4	1	5,56
6	3	3	3	2	11,11
7	3	3	2	1	5,56
8	3	2	3	2	11,11
9	3	2	2	1	5,56
10	2	2	2	1	5,56
11	3	1	1	1	5,56
12	1	2	2	1	5,56
13	2	1	2	2	11,11
14	1	2	1	1	5,56
Totales				18	100

En síntesis, se generaron 14 perfiles (15 con uno que el sistema realiza por ajuste como parámetro mínimo de comparación) de los 18 posibles, mostrando la conveniencia del uso de POSAC, para reducir volúmenes de información redundante para análisis de muestras. Se muestra que los perfiles 444, 334, 342, 324, 332, 322, 222, 311,122 y 121, cada uno tiene el 5,56% del total de la muestra y los perfiles 344, 333, 323 y 212, cada uno tiene el 11,11% del total de la muestra.

Con base en estos datos, POSAC elaboró un mapa bidimensional (figura 14) para la matriz de actitudes conformada por los 18 estudiantes del grupo objetivo, indicando solamente el número de perfil (un dígito). Para efectos de análisis, se colocó al lado de cada perfil el número que lo identifica y la frecuencia con la que se repite.

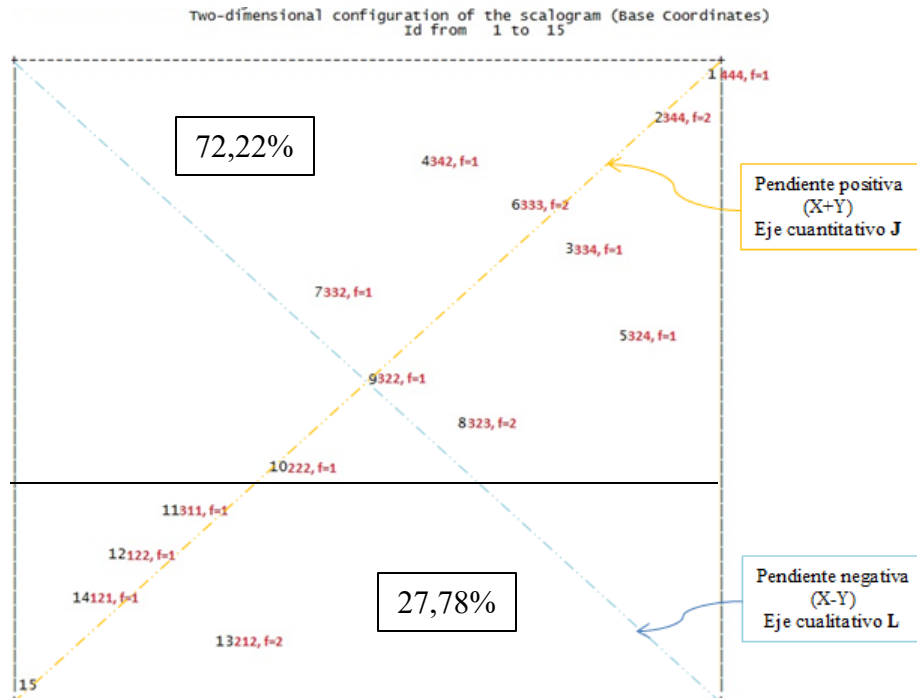


Figura 14. Mapa POSAC (escalograma) de los perfiles generados por el instrumento.

A simple vista, se evidenció que la mayor parte de los sujetos se encuentran en la parte superior derecha del mapa, lo que indica una favorabilidad cuantitativa con respecto al constructo actitudinal hacia el modelo Flipped Classroom como estrategia pedagógica para la Transposición Didáctica de conceptos de bioquímica relacionados con la técnica de electroforesis. Para confirmar lo observado, se realizó el cálculo correspondiente ajustando a 5 puntos el valor máximo de favorabilidad (TA-Total Acuerdo = 5pts), logrando de este modo obtener el porcentaje de sujetos que se encontraban en actitud favorable hacia el modelo Flipped Classroom y aquellos que actitudinalmente tienen cierto grado de desfavorabilidad con puntajes por debajo de 3 (MA-Mediano Acuerdo = 3pts). Los resultados obtenidos posteriores a los ajustes numéricos mencionados se muestran en la tabla 33, indicando el porcentaje de favorabilidad en el plano actitudinal hacia el uso del modelo Flipped Classroom como estrategia pedagógica para realizar el proceso de Transposición Didáctica del concepto de polielectrolito, relacionado con la técnica de análisis de laboratorio de electroforesis.

Tabla 33. Porcentaje de favorabilidad con respecto al modelo Flipped Classroom como estrategia de aprendizaje con base en los perfiles de POSAC.

% de favorabilidad con base en los perfiles mostrados por POSAC										
N°	Perfil			Frecuencia (sujetos)	Total perfil	Puntos (ajust. a 5)	Grado favorabilidad	% favorabilidad	Total % favorable	Total % desfavorable
	Med.Cog	Med.Af	Med.Con							
1	4	4	4	1	12	5	TA	16,67	72,22	27,78
2	3	4	4	2	11	5	TA			
3	3	3	4	1	10	4	A	27,78		
4	3	4	2	1	9	4	A			
5	3	2	4	1	9	4	A			
6	3	3	3	2	9	4	A			
7	3	3	2	1	8	3	MA	27,78		
8	3	2	3	2	8	3	MA			
9	3	2	2	1	7	3	MA			
10	2	2	2	1	6	3	MA			
11	3	1	1	1	5	2	MD	27,78		
12	1	2	2	1	5	2	MD			
13	2	1	2	2	5	2	MD			
14	1	2	1	1	4	2	MD			

Con base en los resultados observados, fue posible interpretar que la actitud hacia el aprendizaje de conceptos de bioquímica relacionados con la técnica de electroforesis por medio del modelo Flipped Classroom es muy favorable, teniendo en cuenta que el 72,22% de los estudiantes consideraron que en general el proceso es adecuado (**Total Acuerdo** se refiere a los que lo consideran totalmente favorable con un 16,67%, **Acuerdo** a los que lo consideran favorable con un 27,78% y **Mediano Acuerdo** a los que consideran el proceso medianamente favorable con un 27,78%). El 27,78% de los estudiantes consideran que el proceso es desfavorable (**Mediano Desacuerdo** como medianamente desfavorable) y, por otro lado, ninguno de los estudiantes del grupo objetivo consideró al proceso como totalmente desfavorable.

De acuerdo con lo que declaran Sierra, Dimas y Flórez (2018), el modelo Flipped Classroom presenta dificultades cuando no se logra despertar motivación en los estudiantes por la asignatura, debido en gran parte a la falta de apropiación del lenguaje químico. Esto puede indicar el resultado respecto a que el porcentaje de estudiantes que están en Total Acuerdo con el aprendizaje de lenguaje técnico usado en prácticas de análisis de laboratorio, sea el más pequeño, a pesar de la favorabilidad general de los resultados.

Adicionalmente, en el análisis POSAC es posible deducir cual es el componente (o categoría de estudio) más preponderante para cada uno de los ejes asignados por el programa que son J, L X o Y, obteniendo valores iguales o muy cercanos a 1,00 para el eje con el cual se identifique más

el componente y así lograr confirmar si cada uno de ellos puede analizarse por separado. La tabla 34 muestra una serie de coeficientes de monotonicidad entre los ejes.

Tabla 34. Coeficiente de monotonicidad entre ítems y factores (ejes).

Coeficientes de monotonicidad débil entre los ítems y los factores (ejes)					
Componente	No	J	L	X	Y
Cognitivo	1	1.00	.04	.99	.98
Afectivo	2	.98	-.73	.90	1.00
Conductual	3	.98	.57	1.00	.90

Equivalencias

$$J \quad [X + Y]$$

$$L \quad [X - Y]$$

Se puede percibir que todos los componentes estudiados tienen valores muy significativos en los ejes J, X y Y, lo que permite conjeturar que el grupo objetivo no se focalizó en un componente particular. Desde las afirmaciones de Cheung (2007), no se puede precisar de manera exacta el constructo actitudinal ya que este es hipotético, donde las actitudes no se pueden observar directamente, sino que puede inferirse a partir de respuestas observables. Por lo tanto, es posible deducir que la presente investigación se alinea con el punto de vista tri-componencial de Cheung (2007); Elejabarrieta e Iñiguez (1984), aseverando que una actitud es una entidad única que tiene tres componentes: afectivo, conductual y cognitivo (tabla 1).

Desde Johnston (1997) se puede notar la correlación entre los componentes analizados en el presente trabajo de tesis de maestría. Johnston, afirma que el constructo actitudinal es la manifestación de una postura adoptada, una expresión, un punto de vista o un pensamiento de un sujeto, que tiene un efecto sobre su comportamiento, sus ideas o sus emociones. A su vez, argumenta que el comportamiento cognitivo y conductual del individuo (estudiante en nuestro caso) es consecuencia de sus actitudes afectivas, afirmando que la forma en que nos comportamos es un resultado de una interrelación de cómo pensamos y cómo nos sentimos.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en la presente investigación muestran la influencia positiva que genera el uso de las TIC en las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje, como lo propone el modelo Flipped Classroom, que debido a su fundamento autoformativo compromete al estudiante con la elaboración conceptual propia, logrando acercar su contexto al de las ciencias naturales.

El instrumento diseñado, validado e implementado para evaluar el estado inicial de los conceptos en los estudiantes y su nivel de transposición en la prueba de salida, mediante análisis no paramétrico desde el test de Wilcoxon, muestra evidencia estadísticamente significativa entre las medianas del antes (pre-test de conocimientos) y el después (test de conocimientos) del proceso de intervención didáctica, debido a que la probabilidad calculada es menor que el nivel de significancia establecido (0,05), con lo cual es posible rechazar la hipótesis nula y confirmar la hipótesis del investigador. En suma, estos resultados en general, revelan que el modelo Flipped Classroom si promueve el proceso de Transposición Didáctica de conceptos, aunque algunos casos particulares se explican solo parcialmente desde los aportes de los documentos de referencia.

En las sesiones presenciales (2 sesiones), se usó el instrumento de observación semiestructurada. Con base en la observación realizada, se establece la relevancia que tiene la presencialidad en el aula, ya que, mediante la interacción simultánea con estudiantes, se promueve el espacio en el cual el estudiante siente la necesidad de generar preguntas luego de las explicaciones dadas por el docente (que en varias ocasiones fueron asumidas por otros estudiantes presentes en la sesión) y en las que el profesor asume la posición de mediador del conocimiento más que de instructor. Esto genera, además de interés en el nuevo conocimiento adquirido, un ejercicio de contextualización apropiado, orientado por el educador hacia eventos cotidianos del aprendiz.

El instrumento para evaluar el plano actitudinal, permitió caracterizar al grupo respecto a su percepción del modelo Flipped Classroom y brindó la posibilidad de ajustar planes de aula más densos y mejor comprendidos, debido a un mayor aprovechamiento del tiempo. El coeficiente alfa de Cronbach, que para el total del instrumento dio un resultado muy adecuado de 0,876, indica una apreciable consistencia interna. El mismo cálculo se realizó para confirmar la pertinencia de cada una de las categorías actitudinales con sus componentes, con base en las respuestas dadas por los

participantes, que luego de los resultados obtenidos, evidenció que el instrumento se ajustaba más a su análisis por componentes actitudinales que por sus categorías. Esta correlación entre los componentes de análisis (Cognitivo, Afectivo y Conductual), se confirmó mediante SSA (Smallest Space Analysis) del paquete para análisis estadístico Hudap 8, el cual mostró las dimensiones entre los componentes, estableciendo de manera efectiva los espacios (clusters) de correlación. El resultado gráfico permitió confirmar desde lo cualitativo (previos valores establecidos cuantitativamente) que los componentes se encontraban pertinentemente adecuados al instrumento con base en las respuestas dadas por los estudiantes.

Confirmada la correlación entre los componentes actitudinales, se realizó el análisis de favorabilidad actitudinal de los estudiantes, con relación al uso del modelo Flipped Classroom como estrategia pedagógica para los procesos de aprendizaje. Al verificar la favorabilidad, es posible afirmar que el 72,2% tienen una actitud positiva hacia la Transposición Didáctica de conceptos por medio del modelo Flipped Classroom, sin embargo, del total de la muestra (18 estudiantes) solamente el 16,7% manifiesta su total acuerdo con una transposición de conceptos mediante el modelo.

En el presente trabajo de tesis de maestría se demostró, además, que el componente Afectivo (motivación en interés) está altamente relacionado con el componente Cognitivo (estructura conceptual y contextualización) lo que permite colegir, que la información cobra sentido para el aprendiz cuando este siente que le “sirve para algo”, influyendo esto de manera importante en el componente Conductual (eficacia del modelo para poner en práctica lo aprendido).

Sugerencias

- Teniendo en cuenta los resultados positivos frente mejoras académicas que se han obtenido con el uso del modelo Flipped Classroom en diferentes instituciones educativas (Clintondale High School, por ejemplo), es relevante ahondar en el uso estratégico del modelo y sus técnicas de aplicación, para lograr llevarlo a diferentes grados y ambientes escolares, que optimicen el tiempo de aprendizaje en clases de profundización más que de fundamentación.

- El instrumento ajustado para medir el nivel de Transposición Didáctica de conceptos, se puede usar para medir la eficacia de un modelo pedagógico que pretenda ser utilizado en el ejercicio de transformación conceptual, mediante actividades de enseñanza y aprendizaje.
- Se sugiere que para futuras investigaciones se tenga en cuenta, primeramente, el análisis categorial que fue abordado en la presente investigación, para posteriormente establecer tendencias en avance o retroceso de las categorías que hayan resultado compatibles con las categorías deductivas o inductivas, para evitar trabajar con categorías que no sean consistentes con las inicialmente definidas, lo que haría perder peso a la validez de constructo en los instrumentos trabajados.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdullah, M., Mohamed, N., y Zurida, H. I. (2007). The effect of microscale chemistry experimentation on students' attitude and motivation towards chemistry practical. *Journal of Science and Mathematics Education in S.E. Asia*, 30(2), 44 -72.
- Adúriz – Bravo, A. (2002). Un Modelo para Introducir la Naturaleza de la Ciencia en la Formación de los Profesores de Ciencias. *Pensamiento Educativo*, 30, 315-330.
- Anderson, V., y Walvoord, B. (1998). Effective grading: A tool for learning and assessment. *San Francisco, I.*
- Barrie, M. G., Mayer, C. L., Kaide, C., Kauffman, E., Mitzman, J., Malone, M., y King, A. (2019). Novel Emergency Medicine Curriculum Utilizing Self-Directed Learning and the Flipped Classroom Method: Hematologic/Oncologic Emergencies Small Group Module. *Journal of Education and Teaching in Emergency Medicine*, 4(1).
- Barufaldi, M., Pappano, N. B., y Debattista, N. B. (1999). Quantitative protein determination from cellulose acetate strip electrophoresis. *Journal of chemical education*, 76(7), 965.
- Bergmann, J., y Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International society for technology in education.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2016). *Dale la vuelta a tu clase: lleva tu clase a cada estudiante, en cualquier momento y cualquier lugar*. sm.
- Bernard, Robert M., et al. "¿How does distance education compare with classroom instruction? A meta-analysis of the empirical literature." *Review of educational research* 74.3 (2004): 379-439.
- Bisquerra, R. (1989). *Métodos de investigación educativa: Guía práctica* (No. 370.7 B57.).
- Bloom, B. S. (1977). *Taxonomía de los objetivos de la educación*. El Ateneo.
- Borg, I., y Shye, S. (1995). Facet theory. Form and content, Vol. 5. *Advanced quantitative techniques in the social sciences series*. Thousand Oaks, CA/London/New Delhi: SAGE.
- Brookfield, S. D., & Preskill, S. (2012). *Discussion as a way of teaching: Tools and techniques for democratic classrooms*. John Wiley & Sons.
- Camarena, P. G. (2001). Reporte del proyecto de investigación titulado: La matemática en el contexto de las ciencias, la resolución de problemas.

- Cañadas, I., y Sánchez, A. (1998). Categorías de respuesta en escalas tipo Likert. *Psicothema*, 10(3), 623-631.
- Cavanaugh, C. S. (2001). The effectiveness of interactive distance education technologies in K-12 learning: A meta-analysis. *International Journal of Educational Telecommunications*, 7(1), 73-88.
- Cavanaugh, C., Gillan, K. J., Kromrey, J., Hess, M., & Blomeyer, R. (2004). The effects of distance education on K-12 student outcomes: A meta-analysis. *Learning Point Associates/North Central Regional Educational Laboratory (NCREL)*.
- Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique* (Vol. 95). Grenoble: La pensée sauvage.
- Cheung, D. (2007, July). Confirmatory factor analysis of the attitude toward chemistry lessons scale. In *Proceeding of the 2nd NICE Symposium, Taipei, Taiwan*.
- Cheung, D. (2009). Students' attitudes toward Chemistry lessons: the interaction effect between grade level and gender. *Research Science Education*, 39, 75-91.
- Churches, A. (2009). Taxonomía de Bloom para la era digital. *Eduteka. Recuperado, 11*.
- Cristancho, L. C., Repizo, L. M., & Casas, J. (2009). Programas guía de actividades desde la resolución de problemas: una estrategia contextual de intervención didáctica en electroforesis. *Tecné Episteme y Didaxis TED*.
- Cronbach, L. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297 - 334.
- Cunningham, S. C., McNear, B., Pearlman, R. S., & Kern, S. E. (2006). Beverage-agarose gel electrophoresis: an inquiry-based laboratory exercise with virtual adaptation. *CBE—Life Sciences Education*, 5(3), 281-286.
- Dancer, L. S. (1990). Suicide prediction and the partial order scalogram analysis of psychological adjustment. *Applied Psychology*, 39(4), 479-497.
- De Gennes, P. G., & Gennes, P. G. (1979). *Scaling concepts in polymer physics*. Cornell university press.
- Díez, A., Santiago, R., y Tourón, J. (2014). The Flipped Classroom. Cómo convertir la escuela en un espacio de aprendizaje.
- Domínguez Espinosa, A. D. C., & Salas Menotti, I. (2009). Identificando patrones de apoyo

social en población migrante mediante el Análisis de Escalograma de Orden Parcial.

- Dupin, J. J., y Joshua, S. (1993). Introducción a la didáctica de las ciencias y la matemática. *Buenos Aires: Colihue*.
- Elejabarrieta, F. J., y Iñiguez, L. (1984). Construcción de escalas de actitud tipo Thurst y Likert. *Universidad Autónoma de Barcelona*, 26-27.
- Elliot, J. (1993). Las características fundamentales de la investigación-acción. *antología básica, La investigación de la práctica docente propia, SEP/UPN, México*.
- Espinosa, G., y Román. (1998). La medida de las actitudes usando las técnicas de Likert y de diferencial semantico. *Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*. 3, 477-484.
- Gagné, R. (1971). *Las condiciones del aprendizaje*. Madrid: Aguilar.
- Galagovsky, L., y Bekerman, D. (2009). La Química y sus lenguajes: un aporte para interpretar errores de los estudiantes. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 952-975.
- Galagovsky, L. R., Bekerman, D. G., Di Giacomo, M. A., y Alí, S. (2014). Algunas reflexiones sobre la distancia entre “hablar química” y “comprender química”. *Ciência y Educação*, 20(4), 785-799.
- García, J. J. (2000). La solución de situaciones problemáticas: una estrategia didáctica para la enseñanza de la química. *Enseñanza de las ciencias*. 18 (1), 113129.
- García, J. J. (2003). *Didácticas de las ciencias: Resolución de problemas de desarrollo de la creatividad*. Bogotá, Colombia: Didácticas Magisterio. pp. 34 y 56
- González A., J., y Pazmiño S., M. (2015). Calculo e interpretación del alfa de Cronbach para el caso de validación de la consistencia interna de un cuestionario, con dos posibles escalas tipo Likert. *Publicando* 2, 1, 62-67.
- Gutiérrez, J. C. L., Pérez, I., y Aguirre, J. M. L. (2017). Didáctica universitaria: una didáctica específica comprometida con el aprendizaje en el aula universitaria. *Dominio de las Ciencias*, 3(3), 1290-1308.
- Guzmán, R. C. (2007). Estrategias para disminuir la deserción en educación superior. *Ministerio de Educación. Enero del 2007*.

- Hederich, C. (2014). Las expectativas frustradas de la educación virtual ¿cuestión de estilo cognitivo? En *Conferencia pública, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay*.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). Concepción o elección del diseño de investigación. *Metodología de la Investigación. 4ta ed. México: McGraw-Hill*, 157-231.
- Johnston, J. (1997). Measuring Attitudes in Science: What Exactly are we Measuring and Why? recuperado de: https://translate.google.com.co/translate?hl=es-419&sl=es&tl=en&u=http%3A%2F%2Fwww.leeds.ac.uk%2Fbei%2FEducation-line%2Fbrowse%2Fall_items%2F42784.html.
- Kreimer, P. (2005). Sobre el nacimiento, el desarrollo y la demolición de los papers. *Diego Golombieck Demoliendo Papers. Siglo XXI Editores: Buenos Aires*, 7-22.
- Lehninger, A. L. (1976). Curso breve de Bioquímica Barcelona: Omega.
- Likert, R. (1932). A technique for measurement of attitudes. *Archive of Psychology*.
- Milicic, N., Rosas, R., Scharager, J., García, M. R., y Godoy, C. (2008). Diseño, construcción y evaluación de una pauta de observación de videos para evaluar calidad del desempeño docente. *Psykhe (Santiago)*, 17(2), 79-90.
- Molina, M., Carriazo, J., y Casas, J. (2013). Estudio transversal de las actitudes hacia la ciencia en estudiantes de grados quinto a undécimo. Adaptación y aplicación de un instrumento para valorar actitudes. *Tecné Episteme y Didaxis TED*, (33).
- Molina, M., Carriazo, J., y Farías, D. (2011). Actitudes hacia la química de estudiantes de diferentes carreras universitarias en Colombia. *Química Nova*, 34(9), 1672-1677.
- Molina, M. F., Palomeque, L. A., & Carriazo, J. G. (2016). Experiencias en la enseñanza de la química con el uso de kits de laboratorio. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 10(20).
- Olakanmi, E. E. (2017). The effects of a flipped classroom model of instruction on students' performance and attitudes towards chemistry. *Journal of Science Education and Technology*, 26(1), 127-137.
- Osborne, J., Simon, S., y Collins, S. (2003). Attitudes Towards Science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- P.G. de Gennes, PG (1979). Efecto de los enlaces cruzados sobre una mezcla de polímeros. *Journal de Physique Lettres* , 40(4), 69-72.

- Perales Palacios, F. J. (1993). La resolución de problemas: una revisión estructurada. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 170-178.
- Prieto Martín, A. (2017). Flipped Learning: aplicar el modelo de aprendizaje inverso (Vol. 45). Narcea Ediciones.
- Quintanilla, M. (2005). Historia de la ciencia y formación docente: una necesidad irreducible. *Revista TED*, 34-43.
- Reyes, M. (2015). Actitudes hacia la química de estudiantes de carreras biológicas (Licenciatura en Biodiversidad y Profesorado en Biología) de la Universidad Nacional del Litoral y su influencia en el aprendizaje y rendimiento académico. Santa Fe, Argentina.
- Reyes, M., Porro, S., & Pirovani, M. (2015). Actitudes hacia la Química en estudiantes universitarios conforme avanza la carrera. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, 11.
- Reyes, M., Porro, S., & Pirovani, M. (2015). Comparación de las técnicas Likert y diferencial semántico para valorar las actitudes hacia la química de integrantes a carreras biológicas. *PPDQ Boletín*, 53.
- Roa Acosta, R. (2016). Configuración del conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor de Ciencias para la enseñanza de la Biotecnología.
- Sadik, A., y Reisman, S. (2004). Design and implementation of a web-based learning environment: lessons learned. *Quarterly Review of Distance Education*, 5(3), 157.
- Salcedo, L., y García, J. (1997). Los suelos en la enseñanza de la teoría ácido-base de Lewis. Una estrategia didáctica de aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las ciencias*, 15(1), 59-71.
- Shattuck, J. C. (2016). A parallel controlled study of the effectiveness of a partially flipped organic chemistry course on student performance, perceptions, and course completion. *Journal of Chemical Education*, 93(12), 1984-1992.
- Sheppard, P. B. (2009). *Determining the effectiveness of web-based distance education in mitigating the rural-urban achievement gap* (Doctoral dissertation, Memorial University of Newfoundland).
- Shye, S. (2009). Partial Order Scalogram Analysis by Coordinates (POSAC) as a Facet Theory Measurement Procedure: how to do POSAC in four simple steps. *Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/263932933>*.

- Sierra Herrera, E. J., Dimas Fuentes, J. M., y Flórez Nisperuza, E. P. (2018). 5B010 Evaluación del uso del método Flipped Classroom o aula invertida en el aprendizaje de la química: estudio de caso en la Institución Educativa Lacides C. Bersal de Lorica. *Tecné Episteme Y Didaxis TED*, (Extraordin), 1-9. Recuperado a partir de <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/9041>
- Simpson, O. (2013). *Supporting students in online open and distance learning*. Routledge.
- Soto, E. (2012). Un acercamiento a la didáctica general como ciencia y su significación en el buen desenvolvimiento de la clase. *Revista Atenas*, 1, 18.
- Strother, J. B. (2002). An assessment of the effectiveness of e-learning in corporate training programs. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 3(1).
- Tinio, V. L. (2002). Survey of information & communication technology utilization in Philippine public high schools. *Retrieved on April, 15, 2008*.
- Thurstone, L. (1928). Attitudes can be measured. *American Journal of Sociology*, 33(4), 529-554.
- Torrecilla, F. J. M., & Javier, F. (2011). Investigación acción. *Métodos de investigación en educación especial*. 3ª Educación Especial. Curso.
- Torres Menáguer, M. Aprender al revés es más efectivo. *El País*. Recuperado de https://elpais.com/economia/2016/10/28/actualidad/1477665688_677056.html.
- Tourón, J., & Santiago, R. (2014). *The Flipped classroom*. Grupo Océano.
- Trejo Trejo, Elia, y Trejo Trejo, Natalia. (2013). *La transposición contextualizada: un ejemplo en el área técnica*. Innovación educativa. (México, DF), 13(62), 75-100. Recuperado en 14 de marzo de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732013000200006&lng=es&tlng=es.
- Ungerleider, C., & Burns, T. (2003). A systematic review of the effectiveness and efficiency of networked ICT in education: A state of the art report to the Council of Ministers Canada and Industry Canada. *Ottawa: Industry Canada*.
- Velandia, R. (2013). La transposición didáctica de conceptos de química y su relación con la enseñanza de ciencias de la salud en el diseño del aula virtual “QUISAS” (Química, Salud y Sinergias). recuperado de: <http://bdigital.unal.edu.co/11462/1/rociodelpilarvelandiaroncancio.2013.pdf>

- Verret, M. (1975). *Le Temps des études*. (Vol. 1). Lille: Atelier Reproduction des thèses, Université de Lille III; Paris: diffusion H. Champion.
- Walvoord, B. E., y Johnson Anderson, V. (1998). Strengthening departmental and institutional assessment. *Effective grading: A tool for learning and assessment*, 149-170.

ANEXOS

Observaciones generales de los expertos E1 y E2.

Recomendaciones de la validación aparente de instrumentos por juicio de expertos

Instrumento 1: pre-test y test.

Fuente: autor

Tipo de validación: Aparente

Sugerencias del evaluador interno de esta tesis.

- Disminuir la complejidad de la pregunta abierta por preguntas que den la oportunidad de respuestas específicas.

Experto 1 (E1). Profesor de la Universidad de Boyacá, exprofesor catedrático de química, de la Universidad Incca de Colombia. Especialista en Análisis Químico Instrumental:

- Hay un número excesivo de preguntas en la primera versión.
- Corregir el instrumento para ajustarlo al tiempo y la fecha y hora del diligenciamiento.
- Organizar los reactivos por grupos conceptuales, para facilitar la documentación de la base de datos y su posterior análisis.

Experto 2 (E2). Profesor de la Universidad Minuto de Dios. Magister en Docencia de la Química:

- Estructurar las preguntas enlazadas muy directamente con los materiales didácticos utilizados en la propuesta de intervención.

Instrumento 2: Encuesta tipo Likert para evaluar actitudes hacia el modelo Flipped Classroom

Fuente: A Parallel Controlled Study of the Effectiveness of a Partially Flipped Organic Chemistry Course on Student Performance, Perceptions, and Course Completion.

Autor: James C. Shattuck

Tipo de validación: Parcial

Acciones: traducción y ajuste al contexto del grupo intervenido.

Experto 1 (E1). Profesor de la Universidad de Boyacá, exprofesor catedrático de química, de la Universidad Incca de Colombia. Especialista en Análisis Químico Instrumental:

- Relacionar los reactivos por categorías o por componentes.
- Trabajar con una escala Likert y no con un diferencial semántico.
- Establecer tres reactivos por cada categoría para poder obtener la mediana en cada caso y que sea una variable ordinal.
- Definir 5 posibilidades de respuesta en la Likert, para permitir un abanico suficientemente ancho de respuestas.

Experto 2 (E2). Profesor de la Universidad Minuto de Dios. Magister en Docencia de la Química:

- Incluir dos preguntas de control para descartar instrumentos mal diligenciados.
- Modificar el lenguaje técnico de la traducción por lenguaje más amigable y comprensible.

Instrumento 3: Formulario de observación semiestructurada para sesiones presenciales

Fuente: Diseño, Construcción y Evaluación de una Pauta de Observación de Videos para Evaluar Calidad del Desempeño Docente

Autores: Milicic, N., Rosas, R., Scharager, J., García, M. R. y Godoy, C.

Tipo de validación: Parcial

Acciones: traducción y ajuste al contexto del grupo intervenido.

Experto 1 (E1). Profesor de la Universidad de Boyacá, exprofesor catedrático de química, de la Universidad Incca de Colombia. Especialista en Análisis Químico Instrumental:

- Ajustar las observaciones en grupos por categorías o por componentes.
- Caracterizar las pautas de observación, respecto al contexto del grupo objetivo.

Experto 2 (E2). Profesor de la Universidad Minuto de Dios. Magister en Docencia de la Química:

- Registrar las evidencias en medio magnético para detallar observaciones de cada sesión presencial.

PRE – TEST Y TEST PROTEINAS, POLIELECTROLITOS Y ELECTROFORESIS.

Este instrumento está diseñado para valorar el conocimiento que tiene frente a algunos conceptos básicos de bioquímica. Su participación será confidencial, reservada y no afectará sus notas en la asignatura.

Nombre completo _____ Fecha _____ Grado _____

Institución educativa _____ Municipio _____

1. Las proteínas son macromoléculas de gran importancia en la construcción y regeneración de los tejidos en el cuerpo, de acuerdo a su clasificación cumplen diferentes funciones en diferentes partes del mismo (uñas, cabello, piel, entre otros). Teniendo en cuenta la información anterior, en las proteínas que se clasifican por su estructura se encuentran
 - A. globulares y fibrosas.
 - B. histonas y protaminas.
 - C. globulinas y albúminas.
 - D. proteínas conjugadas.
2. Según la estructura de la proteína, se puede organizar en los niveles
 - A. uno, dos y tres.
 - B. primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria.
 - C. básico, medio y complejo.
 - D. de heteroproteínas y monoproteínas.
3. Las proteínas, también es posible clasificarlas en estructurales, como enzimas, hormonas, toxinas, anticuerpos y transportadoras. Esta clasificación se establece según su
 - A. función.
 - B. solubilidad.
 - C. estructura.
 - D. composición.
4. Los monómeros que construyen a las proteínas, se les conoce con el nombre de
 - A. unidades de masa.
 - B. células.
 - C. átomos.
 - D. aminoácidos.
5. El producto final entre la unión de los monómeros glucosa y galactosa es
 - A. lactosa.
 - B. fructosa.
 - C. sacarosa.
 - D. maltosa.

6. El proceso de desnaturalización de las proteínas es la pérdida parcial o total de estructuras superiores a las primarias PORQUE es en el que las proteínas son sometidas a condiciones o cambios ambientales desfavorables para su funcionamiento.
- A. Afirmación y razón son verdaderas y la razón explica correctamente la afirmación.
 - B. Afirmación y razón son verdaderas pero la razón no explica acertadamente la afirmación.
 - C. Afirmación es verdadera y razón falsa.
 - D. Afirmación falsa y razón verdadera.
7. La fuente de alimentación en un equipo de electroforesis
- A. sirve para prender y apagar el equipo.
 - B. reproduce pulsos eléctricos que permiten reconocer las moléculas eléctricamente cargadas.
 - C. es la encargada de proporcionar la diferencia de potencial, la intensidad de corriente y la resistencia eléctrica.
 - D. cumple la función de dispersar las proteínas en el gel de separación.
8. Los anfólitos logran regular su pH a un estado neutro en
- A. el P_{ka} .
 - B. el P_{kb} .
 - C. el punto isoeléctrico.
 - D. la sumatoria de los P_k .
9. La movilidad de una proteína a través de un campo eléctrico depende de
- A. su velocidad de movimiento.
 - B. la relación entre la carga de la proteína y su masa.
 - C. la posición de los electrodos.
 - D. el estado de la estructura de la proteína.
10. A valores de pH por encima del punto isoeléctrico de un aminoácido, su grupo ácido se encuentra
- A. parte neutro y principalmente aniónico.
 - B. parte neutro y principalmente catiónico.
 - C. solamente neutro.
 - D. sin cargas definidas.
11. A valores de pH por encima del punto isoeléctrico de un aminoácido, su grupo básico se encuentra
- A. parte neutro y principalmente aniónico.
 - B. parte neutro y principalmente catiónico.
 - C. solamente neutro.
 - D. sin cargas definidas.
12. A valores de pH por debajo del punto isoeléctrico de un aminoácido, su grupo básico se encuentra
- A. parte neutro y principalmente aniónico.
 - B. parte neutro y principalmente catiónico.
 - C. solamente neutro.
 - D. sin cargas definidas.
13. A valores de pH por debajo del punto isoeléctrico de un aminoácido, su grupo ácido se encuentra
- A. parte neutro y principalmente aniónico.
 - B. parte neutro y principalmente catiónico.
 - C. solamente neutro.
 - D. sin cargas definidas.

14. Una alta restricción en el paso de las proteínas a través del gel, depende de
- A. el voltaje del equipo.
 - B. la intensidad de corriente generada en el campo.
 - C. la diferencia de potencial del equipo.
 - D. el reticulado del gel.
15. La carga eléctrica de las proteínas depende exclusivamente de
- A. su anfótero.
 - B. los grupos ionizables que posea.
 - C. el tipo de aminoácido que conforma a la proteína.
 - D. los monómeros presentes en la mezcla de proteínas en cuestión.
16. El campo eléctrico que se genera en el gel, depende de
- A. la diferencia de potencial y de la distancia entre los electrodos.
 - B. el voltaje al cual se conecta la fuente.
 - C. la proteína que corre en tal campo.
 - D. el gel que se usa para la dispersión de proteínas.
17. La electroforesis básicamente se refiere a
- A. estimulación eléctrica a las células de un tejido.
 - B. la separación de moléculas eléctricamente cargadas, sometiéndolas a un campo eléctrico.
 - C. la explicación al origen de la electricidad en las moléculas.
 - D. asignar un estado de carga para una molécula.
18. Las proteínas deben quedar cargadas negativamente, para que se desplacen en el campo eléctrico hacia el
- A. ánodo.
 - B. cátodo.
 - C. centro del gel.
 - D. los pozos de siembra.
19. Para que las proteínas queden cargadas negativamente en los pozos de siembra del gel, la solución buffer o tampón debe estar a un pH
- A. por debajo del punto isoeléctrico de la proteína.
 - B. por encima del punto isoeléctrico de la proteína.
 - C. exactamente en el punto isoeléctrico de la proteína.
 - D. no importa el pH de la solución buffer.
20. La movilidad electroforética de las cadenas de proteínas depende de su
- A. estructura.
 - B. función.
 - C. tamaño.
 - D. forma.

**FORMULARIO DE EVALUACION CUALITATIVA A GRUPO DE ESTUDIANTES,
MEDIANTE SESION DE CLASE PRESENCIAL POSTERIOR A LA
VISUALIZACION DE CONCEPTOS EN PLATAFORMA VIRTUAL**

Sesión N° _____	Fecha: _____
Profesor: _____	Grupo: _____
Variable a analizar	Observaciones
Actitudes y valores, trabajo en el aula, hábitos de cooperación y trabajo en casa	
1. Entran puntuales y motivados a clase.	
2. Están atentos a las explicaciones del profesor.	
3. Aceptan correcciones e intentan mejorar.	
4. Traen el material necesario para la clase.	
5. Trabajan individualmente en el aula.	
6. Pasan al tablero cuando se les solicita.	
7. Preguntan dudas al profesor en el aula.	
8. Resuelven dudas mediante el trabajo colectivo.	
9. Aportan respuestas entre sí a preguntas del colectivo.	
10. Demuestran haber visto las video-clases en casa.	
Atención - Concentración	
11. Están atentos a las explicaciones del profesor.	
12. Participan activamente en clase.	
13. Siguen adecuadamente la secuencia de las actividades.	
14. Solicitan con frecuencia repetición de instrucciones.	
15. Aparentan no comprender instrucciones.	
16. Las preguntas tienen estrecha relación con los videos.	
17. Comprenden rápidamente instrucciones de actividades.	
18. El tiempo promedio para terminar actividades es adecuado.	
19. El nivel de atención es igual durante toda la sesión.	
20. Algunos se muestran ausentes o indiferentes durante clase.	
21. Muestran fatiga al ser contrajornada.	
Nivel conceptual	
22. Les es fácil seguir indicaciones relacionadas con los conceptos.	
23. El lenguaje técnico es adecuado.	
24. Se motivan con los conocimientos adquiridos.	
25. Se demuestra interés por relacionar los conceptos aprendidos con su contexto.	
26. Se esfuerzan demasiado por asimilar lenguaje técnico.	
27. Todos demuestran avance luego de ver los videos.	
28. Describen los conceptos con autonomía.	
29. Establecen claramente las diferencias entre conceptos técnicos.	
30. Preguntan frecuentemente cuando el profesor usa lenguaje técnico.	
31. En sus rostros se detectan señales de incompreensión.	
Observaciones finales:	

INSTRUMENTO DE RECONOCIMIENTO Y DE VALORACIÓN DE ACTITUDES RELACIONADAS CON EL APRENDIZAJE FUNDAMENTADO EN EL MODELO PEDAGÓGICO FLIPPED CLASSROOM

ENCUESTA N° 1

Esta encuesta está diseñada para explorar algunas de sus actitudes frente al modelo pedagógico Flipped Classroom (Aula Invertida), con respecto al modelo tradicional de clase. Apreciamos su tiempo.

Complete los siguientes datos:

Edad _____ Género (M o F) _____ Fecha _____ Grado que está cursando _____

Institución educativa _____

Municipio _____ Departamento _____

Por favor lea atentamente e indique su nivel de acuerdo con las siguientes afirmaciones escogiendo una de las cinco opciones que se presentan a continuación, marcando con una **X** el espacio contiguo a la opción más adecuada para usted según los siguientes criterios: **TA** (total acuerdo), **A** (acuerdo), **MA** (mediano acuerdo), **MD** (medianamente en desacuerdo), **TD** (totalmente en desacuerdo).

1. Considero que existe un mejor proceso de aprendizaje por medio de clases basadas en la metodología Flipped Classroom (Aula Invertida), que en mis clases bajo el sistema tradicional.

TD___ MD___ MA___ A___ TA___

2. La información cobra mayor sentido cuando se adquiere a través de la metodología Flipped Classroom, que aquella obtenida en clases de sistema tradicional.

TD___ MD___ MA___ A___ TA___

3. Siento que puedo usar la metodología Flipped Classroom para comprender otros temas.

TD___ MD___ MA___ A___ TA___

4. Se aprovecha mejor el tiempo de aprendizaje de conceptos en la modalidad Flipped Classroom que el tiempo usado para prepararme conceptualmente con clases del sistema tradicional.

TD___ MD___ MA___ A___ TA___

5. Puedo participar más activamente en clases de modalidad Flipped Classroom con respecto a la posibilidad de participación que ofrece la modalidad de clase tradicional.

TD___ MD___ MA___ A___ TA___

6. Observar videos que muestran la realización del trabajo práctico de laboratorio a través de la Flipped Classroom, es mejor que seguir un protocolo de laboratorio del sistema de clase tradicional.

TD___ MD___ MA___ A___ TA___

7. La revisión de clases con base en el modelo Flipped Classroom es un ejercicio muy agotador.

TD___ MD___ MA___ A___ TA___

8. Luego de la revisión de prácticas de laboratorio en la plataforma virtual, me siento capacitado para realizar mi práctica de laboratorio relacionada con el tema.

TD___ MD___ MA___ A___ TA___

9. La metodología Flipped Classroom mejora mi habilidad para proponer prácticas de laboratorio similares a las observadas.

TD___ MD___ MA___ A___ TA___

10. La metodología Flipped Classroom aumenta mi interés por profundizar conceptos relacionados con la investigación científica.

TD___ MD___ MA___ A___ TA___

11. Me intereso más por el conocimiento adquirido en mis clases de sistema tradicional que en el conocimiento adquirido a través del modelo Flipped Classroom.

TD___ MD___ MA___ A___ TA___

12. No me gustan las prácticas de laboratorio aprendidas en plataformas virtuales, ya que me imposibilita tener contacto directo con los materiales y reactivos de la práctica.

TD___ MD___ MA___ A___ TA___

13. El aprendizaje de conceptos bajo la metodología Flipped Classroom es aburrido y rutinario.

TD___ MD___ MA___ A___ TA___

14. Me divierto observando detalladamente las prácticas de laboratorio publicadas en la plataforma virtual.

TD___ MD___ MA___ A___ TA___

15. Me siento mejor participando activamente en un foro virtual que tomando notas en un salón de clases.

TD___ MD___ MA___ A___ TA___

16. Obtengo mejores calificaciones en las actividades que se desarrollan por medio de la metodología Flipped Classroom, que las calificaciones obtenidas en clases de sistema tradicional.

TD___ MD___ MA___ A___ TA___

17. Es posible asistir a clases con más frecuencia bajo la metodología Flipped Classroom comparativamente con lo que posibilita la asistencia a clases bajo el sistema tradicional.

TD___ MD___ MA___ A___ TA___

18. Puedo dedicar más tiempo a mis procesos de aprendizaje a través de la Flipped Classroom que a través del sistema de clase tradicional.

TD___ MD___ MA___ A___ TA___

19. El aprendizaje de conceptos bajo la metodología Flipped Classroom no es aburrido ni rutinario.

TD___ MD___ MA___ A___ TA___

20. La metodología Flipped Classroom no aumenta mi interés por profundizar conceptos relacionados con la investigación científica.

TD___ MD___ MA___ A___ TA___