

REFLEXIONES PEDAGÓGICAS UROSARIO



MARZO DE 2018, BOGOTÁ

Nº
12

ISSN: 2500-5979 • ISSNe 2500-6150

Innovación en el aula enfocada en el desarrollo de competencias científicas

MAGDA MILENA GAVIRIA BLANCO

Profesora de carrera FCNM

Magda.gaviria@urosario.edu.co

DALILA FAJARDO TIRIATH

Profesora de carrera FCNM

dalila.fajardo@urosario.edu.co

JUAN PABLO HERNÁNDEZ BENAVIDES

Profesor de cátedra FCNM

juanp.hernandez@urosario.edu.co

ÁLVARO ROZO BAUTISTA

Profesor de cátedra FCNM

alvaro.rozo@urosario.edu.co

Tabla de contenido

Resumen	2
1. ¿Qué son las competencias científicas?	2
2. Tendencias didácticas en la enseñanza de las ciencias naturales	2
3. Conceptualización de CODEREXMO	4
4. Retos en la implementación de CODEREXMO	6
Referencias bibliográficas	8

Para citar el artículo: Gaviria Blanco, M. M., Fajardo Tiriath, D., Hernández Benavides, J. P., & Rozo Bautista, A. (2018). Innovación en el aula enfocada en el desarrollo de competencias científicas. *Reflexiones Pedagógicas URosario*, 12.



Universidad del
Rosario

Resumen

En este documento presentamos las reflexiones que suscitó el desarrollo de una experiencia de aula basada en la metodología innovadora CODEREXMO, acrónimo de construir, describir, representar, explicar y modificar, cuyo propósito fue potenciar en los estudiantes el desarrollo de competencias científicas. El texto parte de la conceptualización del término competencias científicas; posteriormente se describen algunas tendencias didácticas en la enseñanza de las ciencias señalando que la propuesta se enmarca en la investigación dirigida. Después, se expone la fundamentación teórica de la metodología y finalmente, se puntualizan los retos que emergen de la implementación de estrategias de aula alternativas como esta.

Si bien es cierto que la innovación comentada aquí hizo parte de una experiencia de innovación pedagógica financiada por el Centro de Enseñanza, Aprendizaje y Trayectoria Profesoral (CEAP) en 2016, reconocemos que es susceptible de ser investigada en aras de identificar su potencial aplicación en el aula.

1. ¿Qué son las competencias científicas?

Al pensar en la importancia de la ciencia como parte de la formación académica, ha de tenerse en cuenta que los estudiantes presentan intereses diversos y que no todos contemplan la opción de ser científicos, lo cual conlleva a proponer e implementar metodologías de aula que se ajusten a dicha realidad. Esta compleja tarea ha llevado a orientar la enseñanza de la ciencia a través de la investigación (National Academy of Science, 1995; National Research Council, 2000) y a incluir distintos modelos curriculares que propendan por la formación de personas críticas con el conocimiento (Millar,

2006, citado por la Administración Nacional de Educación Pública, 2015). Teniendo en cuenta lo anterior, PISA 2015 define la competencia científica mediante tres capacidades básicas para:

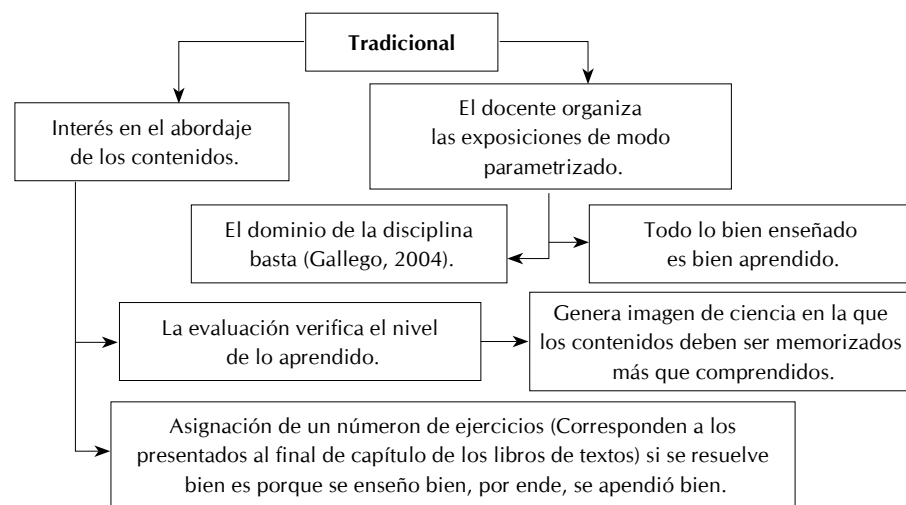
- Explicar fenómenos científicamente.
- Evaluar y diseñar investigaciones científicas.
- Interpretar científicamente datos y evidencias.

De estas, la primera requiere de los contenidos disciplinares, mientras que las otras dos demandan, además, conocer los procedimientos propios del saber científico y la racionalidad que los sustenta.

2. Tendencias didácticas en la enseñanza de las ciencias naturales

Los procesos de enseñanza-aprendizaje están mediatizados por corrientes pedagógicas que responden a necesidades emergentes, sujetas a contextos históricos y sociales. Al respecto, García (2000) refiere que la renovación educativa debe considerar una reflexión profunda en cuanto al modelo didáctico pertinente; existen diferentes formas de enseñanza, a parte del del modelo tradicional (figura 1) basado en las relaciones transmisión-recepción del conocimiento (Ruiz, 2007), que se basan en teorías cognitivas sobre la motivación intrínseca de los estudiantes y resaltan la importancia del papel activo de quienes aprenden.

Figura 1. Características del modelo tradicional de enseñanza



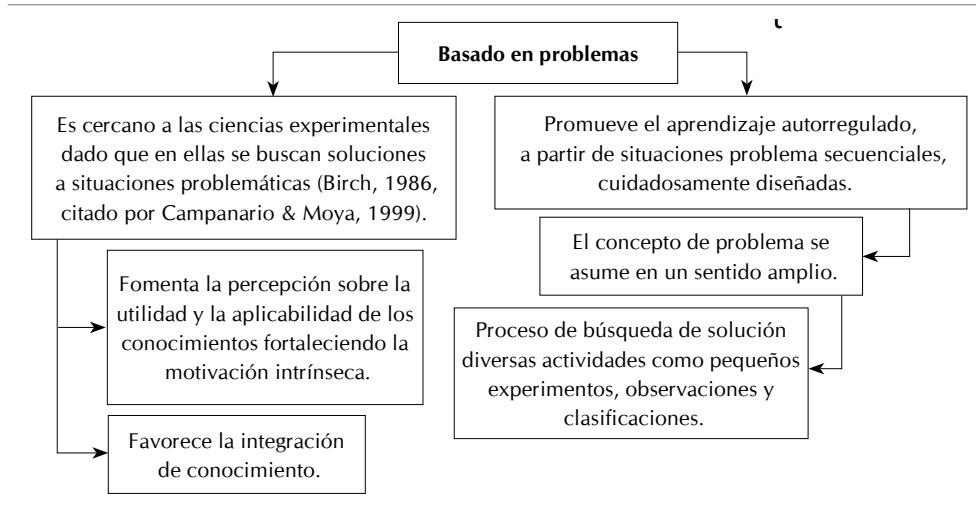
Fuente: elaboración propia.

De otra parte, los modelos alternativos, es decir, aquellos distintos al tradicional (figuras 2, 3, 4, 5 y 6), validan la enseñanza-aprendizaje como un proceso dinámico en el que es deseable que los docentes vean una oportunidad para concretar la formación de individuos diversos, inmersos en un mundo complejo (Torres, 2010).

3. Conceptualización de CODEREXMO

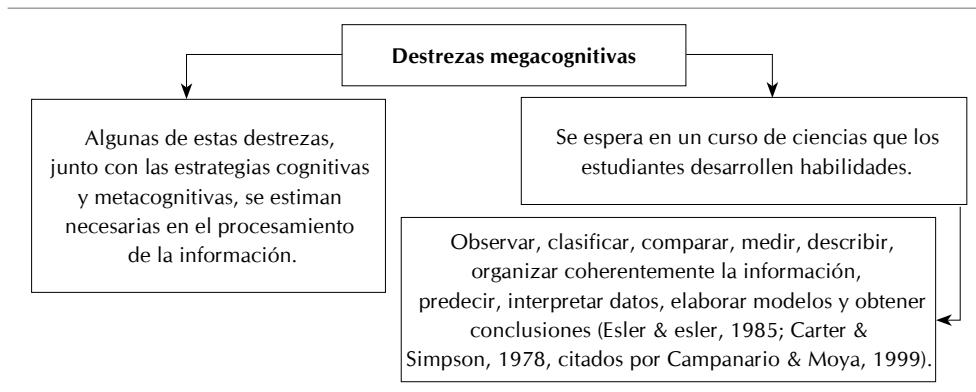
Establecidas las revisiones didácticas, así como algunos contextos históricos y epistemológicos, se planteó una metodología innovadora para cursos de ciencias naturales y matemáticas, enfocada en la investigación dirigida, considerándola

Figura 2. Modelos de enseñanza de las ciencias naturales basado en problemas



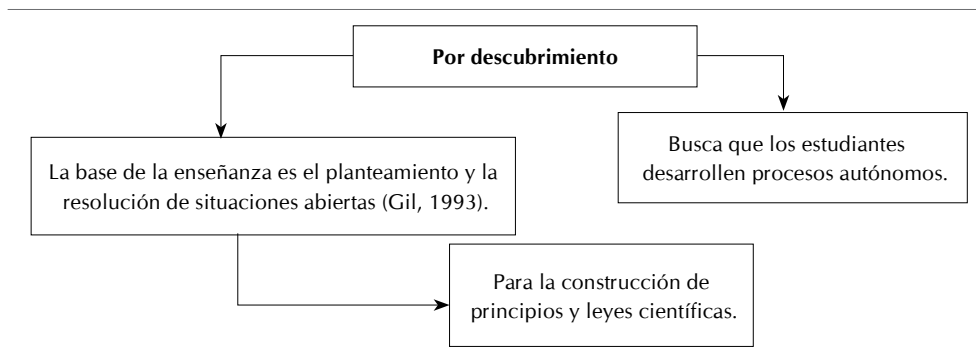
Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Modelo de enseñanza de las ciencias naturales basado en las destrezas metacognitivas



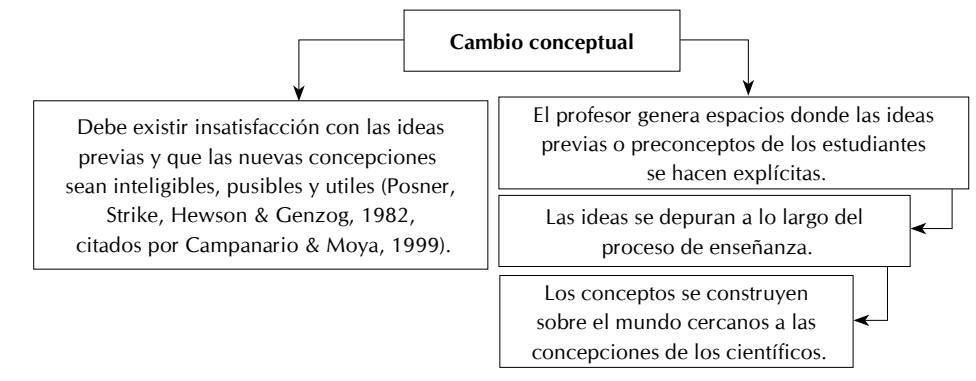
Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Modelo de enseñanza de las ciencias naturales basado en el descubrimiento



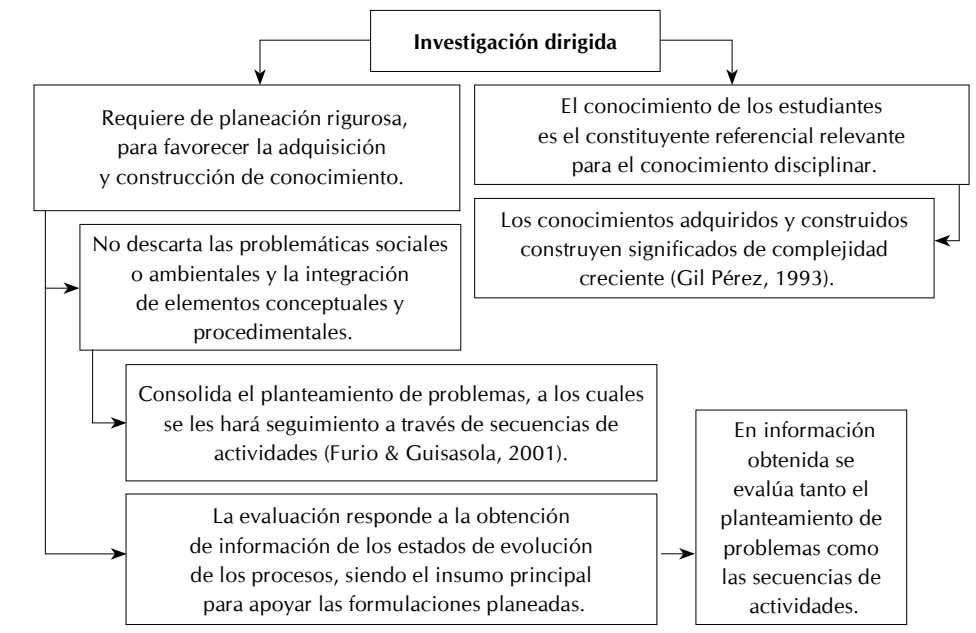
Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Modelo de enseñanza de las ciencias naturales basado en el cambio conceptual



Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Modo de enseñanza de las ciencias naturales basado en la investigación dirigida



Fuente: elaboración propia.

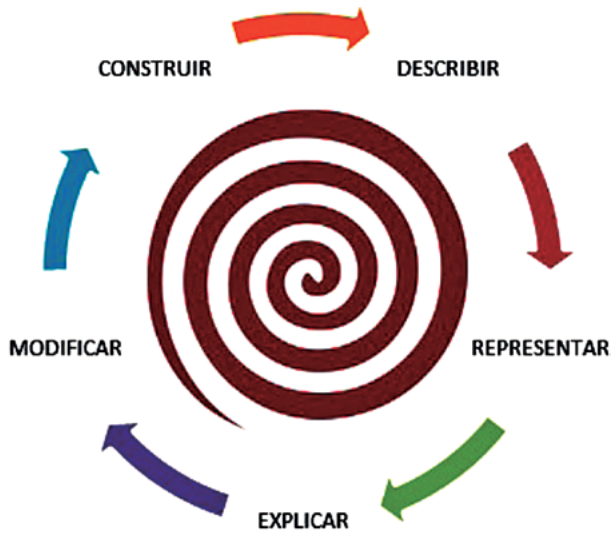
inmersa en acciones docentes¹ que involucran una problematización susceptible de ser investigada.

La metodología de aula presentada en esta reflexión parte de contextos reales problemáticos que exigen considerar la práctica, la teoría y la investigación científica, de modo que el conocimiento docente emergente sea perfectible y como consecuencia se dé en los estudiantes procesos de aprendizaje de las ciencias naturales.

1 Entre ellas la preparación de clases, la selección de contenidos, la evaluación, la preparación de informes y la revisión de estrategias de enseñanza.

La propuesta surge de la reflexión acerca de la importancia de aprovechar el aula para desarrollar competencias científicas en los estudiantes. Consiste en un sistema conceptual y metodológico que permite al docente concatenar sus prácticas al contexto social, configurándolo como persona participe en una comunidad y por tanto constructor de la misma a través de sus prácticas, donde las sesiones de clase posibilitan el desarrollo de cinco competencias: Construir, Describir, Representar, Explicar, y Modificar, consolidadas en el acrónimo CODEREXMO (figura 1).

Figura 1. Esquema de las acciones de CODEREXMO



Fuente: Fajardo et.al (2016).

Las competencias enunciadas se extraen de la práctica científica, que ordena y sistematiza fenómenos sociales y naturales bajo el método científico, tomando como referente los conocimientos de diferentes disciplinas (biología, química, física y matemáticas), que permiten obtener deducciones legítimas y susceptibles de contrastación empírica. A continuación se detallan las acciones propias de CODEREXMO.

3.1. La acción de construir

La enseñanza de las ciencias naturales, además de ser una práctica racional que comprueba teorías, debe desplazarse hacia acciones que pongan en juego la capacidad de artificializar y complejizar el mundo (Bunge, 1961); según Valencia & Méndez (2014), el aprendizaje adquiere así un nuevo sentido por cuanto se discuten y enriquecen ideas, se elaboran modelos complejos y se validan disertaciones. En esta acción, denominada la construcción de fenómenos (Hacking, 1996), es necesario usar objetos para recrear hechos que se pueden tocar, ver y percibir, lo cual exige pensar la enseñanza de las ciencias como manipulativa, transformadora y consecuentemente material.

Dicha materialización del fenómeno promueve la observación, el asombro, la motivación y la interacción tanto de estudiantes como de profesores,

quienes intervienen acerca de lo construido, favoreciendo la problematización. A su vez, este momento se inserta en una contextualización, la cual, como lo argumentan Giordan y De Vecchi (1995a), paulatinamente permitirá evidenciar la emergencia de las concepciones, la toma de conciencia de las contradicciones, la posibilidad de confrontación de opiniones y la incitación a la búsqueda y a la acción.

3.2. La acción de describir

Aquí se enuncian características observadas del fenómeno construido, expresadas mediante el lenguaje oral o escrito. Esta categoría pertenece a cierto grupo de representaciones de fenómenos a través de la palabra, proceso inevitablemente subjetivo, que exhibe aspectos parciales de las realidades percibidas y que depende de la historicidad de experiencias y vivencias del sujeto que observa. Docente y estudiante centran su atención en captar las particularidades del sistema en cuestión, recurriendo a la palabra para establecer relaciones de comunicación e intervención, que susciten confrontaciones, contradicciones y puntos de acuerdo; en este espacio el docente identifica las concepciones de los estudiantes.

3.3. La acción de representar

En ciencias es común caracterizar los hechos recurriendo a vocablos, modelos, representaciones e imágenes, entre otros; sin embargo, el conocimiento científico trasciende los hechos, rechazando el grueso de lo percibido (Bunge, 1961), siendo necesario establecer organizaciones con los referentes teóricos para conjeturar lo que hay detrás de los hechos observados. De acuerdo con Giordan y De Vecchi (1995b) los modelos son inseparables de sus concepciones, ya que estos intentan esquematizar la realidad consiguiendo hacerla más comprensible, para lo cual es necesario decodificarla y simplificarla, manteniendo los elementos y las relaciones pertinentes para cada tema.

La representación puede concretarse a través de elementos geométricos, esquemas, ecuaciones o

gráficas que relacionen variables del sistema en cuestión (Bunge, 1961).

3.4. La acción de explicar

Esta es una de las acciones más complejas de abordar. Si bien algunos filósofos centran los debates de la actividad científica en dicha acción, como lo muestra Segura (1993) al citar a Hempel, para quien es requisito indispensable que cualquier explicación científica tenga relevancia explicativa y sea susceptible de contrastación.

En esta fase se pretende que los estudiantes, mediante el uso del lenguaje formal, enuncien argumentaciones propias que cumplan con los dos elementos planteados por Hempel, y además den cuenta del por qué y del cómo del fenómeno construido.

3.5. La acción de modificar

Aquí los actores del proceso transforman el fenómeno construido inicialmente, proyectándolo como solución a un problema en contextos variados, o la satisfacción de una necesidad, acción que busca perfeccionar los procesos de interpretación del fenómeno, uso del lenguaje científico y planteamiento de modelos matemáticos. Esto implica niveles más altos de complejización, dado que requiere que el sujeto modifique la visión mecanicista de la ciencia, por otra que considere los referentes teóricos y la integración del conocimiento.

4. Retos en la implementación de CODEREXMO

Teniendo en cuenta que CODEREXMO es una propuesta innovadora de enseñanza fundamentada en el método científico, cuya intención es promover la formación de ciudadanos científicamente competentes, es decir, reflexivos y comprometidos en temas relacionados con la ciencia (Administración Nacional de Educación Pública, 2015), se hace necesario considerar los retos que implica la implementación de esta metodología en el aula, los cuales se relacionan

directamente con la apuesta pedagógica de la Universidad del Rosario, orientada al *aprender a aprender*, y se articulan con los siete principios para las buenas prácticas en torno a este tema a nivel universitario, propuestas por Chickering y Gamson (1987), citados en Patarroyo y Navarro (2017).

En primera instancia, CODEREXMO involucra una organización racional y objetiva de las clases, que establezca puntos de encuentro entre las teorías científicas de la disciplina, el contexto y los saberes del estudiante, elementos a través de los cuales se potencia la adquisición de habilidades, hábitos y conductas científicas.

Dado que esta metodología de innovación pedagógica favorece espacios de aprendizaje colaborativo y participativo, requiere que los profesores orienten continuamente el proceso, por lo que su compromiso se hace indispensable.

De otra parte, CODEREXMO implica flexibilidad curricular, definida por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia como una forma de organizar la enseñanza atendiendo a la diversidad de estilos de aprendizaje, dado que conserva los mismos objetivos para el total de los estudiantes, al tiempo que les ofrece a todos la oportunidad de aprender. En este mismo sentido, debe asegurarse de que los profesores que opten por esta metodología prioricen el desarrollo de competencias científicas sobre la obligatoriedad de cumplir con una lista de contenidos temáticos; así las cosas, es importante que los conceptos se contextualicen y se usen como pretexto para alcanzar la meta.

Otro reto emergente es la planeación conjunta, para lo cual se deben consolidar puntos de encuentro en los que se garantice que todo el equipo de profesores entienda la metodología, y se establezcan acuerdos relacionados con el acompañamiento y la evaluación del proceso; esta última en sí misma constituye un desafío, por cuanto en una alternativa innovadora como CODEREXMO sería poco pertinente mantener un sistema convencional de evaluación que se restrinja a pruebas escritas que valoran únicamente

la memoria; sí las cosas, deben pensarse nuevas formas de evaluar que sean formativas y continuas.

La integración disciplinar es también un desafío relevante dentro de esta metodología, en la medida en que se opta por una actitud integradora, que evita la fragmentación del conocimiento, procurando una visión holística del mismo, lo que permite comprender el mundo desde su complejidad y explicarlo teniendo en cuenta tanto la interacción de diferentes disciplinas como las particularidades de cada una de ellas.

Como lo señalan Patarroyo y Navarro (2017), el *aprender a aprender* tiene en cuenta la integralidad de los estudiantes, de manera que las emociones, las motivaciones y el contexto juegan un papel importante; esto, a su vez, muestra la complejidad del proceso, el cual va más allá de la mera cognición. Dichos aspectos tienen que ver de una parte con las interacciones estudiante-profesor, y de otra con el ambiente de aprendizaje y la autonomía, elementos que se contemplaron durante el desarrollo de esta propuesta y se describen a continuación.

La implementación de CODEREXMO incita a revisar las formas de interacción estudiante-profesor, las cuales deben promover procesos pedagógicos que conlleven a la conceptualización de los fenómenos, a través de una relación que podría denominarse horizontal, en la que el educador no es el encargado de transmitir conceptos, sino de orientar el proceso, favoreciendo la construcción colectiva de conocimiento y transformando el aula de clase en un espacio de crecimiento académico y personal para estudiantes y profesores.

Dado el carácter activo de esta metodología, promover la autonomía en los estudiantes es un factor que debe contemplarse, pues está directamente vinculado con el desarrollo de competencias científicas y aporta igualmente a la formación integral. Esto a su vez requiere de la autorregulación, que según García Martín (2012), citada por Patarroyo y Navarro (2017) se evidencia

en los estudiantes por la capacidad que tienen de reconocer que el aprendizaje no es un factor externo que les sobreviene, sino que puede ser generado por ellos mismos, lo cual es característico del *aprender a aprender*, donde los estudiantes tienen un papel importante que se concreta en acciones para ser conscientes de sus capacidades, controlar sus emociones, aplicar estrategias de aprendizaje útiles para sí mismos y transferirlas a otros contextos, y crear ambientes de estudio favorables, siempre con la orientación del profesor.

Aparte de lo mencionado, la capacitación docente como proceso permanente es una necesidad en la implementación de prácticas de aula innovadoras; cabe precisar que un profesor innovador se caracteriza por su actitud crítica y reflexiva frente a su ejercicio; por tanto, para realizar reformas pedagógicas, el docente requiere de un sólido conocimiento en su disciplina, además de formación en investigación (Hernández, 2007, citado por González y Malagón, 2015). Además, aunque aquí se concibe un perfil de docente-investigador, la preparación en pedagogía constituye el atributo diferenciador que hace del profesor un verdadero agente transformador.

En cuanto al *aprender a aprender*, el profesor desempeña el papel de orientador para lo cual debe ser modelo de autorregulación, y podría seguir los principios metodológicos que guían este proceso, propuestos por Martín (2008, citado por Patarroyo y Navarro, 2017), siendo estos: reconocer las ideas previas de los estudiantes, instruir a los alumnos en cuanto a la regulación de sus procesos particulares de aprendizaje, la identificación de las causas tanto de los aciertos y los desaciertos dentro del proceso, la expresión clara y puntual de ideas, el trabajo colaborativo, y llevar a cabo evaluaciones formativas.

En conclusión, dada la necesidad de interacciones distintas encaminadas a potenciar competencias científicas en los estudiantes, proponemos planear y ejecutar las clases de ciencias siguiendo la ruta metodológica CODEREXMO (susceptible de ser investigada), enfocada en construir sistemas de

estudio, describirlos, representarlos, explicarlos, y en un nivel de complejización mayor modificarlos como un mecanismo continuo de análisis de fenómenos naturales que promueve la problematización en el aula; esto demanda enriquecer los entornos de aprendizaje, teniendo en cuenta elementos históricos y epistemológicos de las ciencias, además de una continua reflexión docente.

Referencias bibliográficas

- Administración Nacional de Educación Pública. (2015). *Marco teórico de ciencias naturales Pisa 2015*. Recuperado de <http://www.anep.edu.uy/anep/phocadownload/diee/Evaluacion-de-Aprendizajes/Evaluaciones-internacionales/PISA/PISA2015/pisa%202015%20marco%20teorico%20ciencias.pdf>
- Adúriz-Bravo, A., & Morales, L. (2002). El concepto de modelo en la enseñanza de la física. Consideraciones epistemológicas, didácticas y retóricas. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 19(1), 76-89. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5165617>
- Bunge, M. (1961). *La Ciencia. Su método y su filosofía*. Texas: University of Texas, Siglo Veinte.
- Campanario, J. M., & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias?: principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de Las Ciencias*, 17, 179-192.
- Fajardo, D., Gaviria, M., Hernández, J.P., Rozo, A., & Sierra, O. (2016). CODEREXMO: un camino a la construcción de pensamiento científico en el aula de clase. *Revista de la Asociación Mexicana de Metodología de la Ciencia y la Investigación*, 1(1), 35-42.
- Furió, C., & Guisasola, J. (2001). La enseñanza del concepto de campo eléctrico basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. *Enseñanza De Las Ciencias*, 19(2), 319-334.
- Gallego, B. R. (2004). Un concepto epistemológico de modelo para la didáctica de las ciencias experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 3(3), 301-319.
- García, F. (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. *Revista Bibliográfica de Geografía Y Ciencias Sociales*, (207), 5. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/Biblio3w/article/view/65640>
- Gil, P. D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de Las Ciencias*, 11(2), 197-212. Recuperado de <http://ddd.uab.cat/record/23403>
- Giordan, A., & De Vecchi, G. (1995a). *La curiosidad. En Los orígenes del saber*. Sevilla: Diada Editora S.L.
- González, H. S. & Malagón, R. (2015). Elementos para pensar la formación pedagógica y didáctica de los profesores en la universidad. *Colombian Applied Linguistics Journal*, 17(2), 290-301. doi: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.calj.2015.2.a08>
- Hacking, I. (1996). El experimento. En *Representar e intervenir* (pp. 178-194). México: Páidos.
- Patarroyo, C., & Navarro M. (2017). Aprender a Aprender: La apuesta pedagógica de la Universidad del Rosario Mesa de reflexión y de fomento a la docencia de excelencia en la Universidad del Rosario. En *Reflexiones pedagógicas URosario*. Bogotá: N° 9.
- Ruiz, F. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 3(2), 41-60. Recuperado de http://latinoamericana.ucaldas.edu.co/downloads/Latinoamericana3-2_4.pdf
- Segura, D. (1993). *La explicación en la enseñanza de la física, dificultades y perspectivas*. Colombia: Fondo editorial Universidad Francisco José de Caldas.
- Torres, M. I. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista Electrónica@ Educare*, XIV(1), 131-142. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1941/194114419012.pdf>
- Valencia, S., & Méndez, O. (2014). *La comprensión de lo vivo*. Seminario de ciencias, maestría en docencias de las ciencias naturales, UPN.