

QUÉ Y CÓMO ENSEÑAR EN LAS AULAS DE CIENCIAS

Andrea Ortega



Instituto de Profesores Artigas (IPA), Profesorado semipresencial, Montevideo, Uruguay
aortegacfe@gmail.com

1. Introducción

Nadie niega la importancia de que los jóvenes tengan conocimientos y habilidades que les permitan resolver problemas complejos, con actitudes relacionadas con el pensamiento crítico, la persistencia, la colaboración y la curiosidad. Tampoco que todo eso lo podrían aprender y practicar en las clases de ciencias.

Es fácil decirlo o escribirlo, pero ¿qué tan preparados estamos los docentes de ciencias de educación media para que esto se logre?, ¿cuánto tiempo se requiere para implementar actividades adecuadas?, ¿es posible alcanzar ese tipo de metas en la educación media básica?

Son muchos los recursos que actualmente se invierten en Europa y Estados Unidos para la mejora de la enseñanza y el aprendizaje de las asignaturas STEM (acrónimo de Science, Technology, Engineering and Mathematics), pues han detectado como grandes problemas que a muchos estudiantes les parece poco relevante o interesante la ciencia que se enseña en educación media, que la cantidad de jóvenes que siguen estudios relacionados a la ciencia en los países desarrollados ha ido disminuyendo hasta niveles muy preocupantes y que son pocos los que eligen las asignaturas STEM en educación media. Esto último se debe a que en varios países europeos la ciencia comienza a ser opcional para estudiantes de alrededor de 14 años y los programas estaban diseñados “para quienes irían a las especialidades de ciencias y no para todos los estudiantes” (Harlen, 2010:1).

En este espacio se pretende acercar información actualizada sobre diversas propuestas que se han formulado para atender estos asuntos, algunas que procuran aumentar la cantidad de personas que consideren seguir sus estudios en carreras relacionadas con la ciencia, la ingeniería y/o la tecnología y otras que buscan que los docentes planifiquen clases motivadoras en las que los estudiantes puedan desarrollar

competencias que necesitarán en su futuro, para ser ciudadanos ambientales informados y responsables. La meta es aportar elementos de discusión para que los profesores de ciencias, como profesionales de la educación que son, analicen, cuestionen y adapten a su contexto laboral, en la continua búsqueda de las mejores estrategias didácticas para que sus estudiantes estén preparados para pensar profundamente y pensar bien. Si bien la realidad de los países desarrollados está bastante alejada de la de Latinoamérica, nada impide que hagamos uso de los recursos didácticos y las estrategias metodológicas propuestas por proyectos con muy buena financiación que se han implementado y siguen desarrollándose en los países más ricos, que estemos al tanto de la investigación didáctica relacionada con la enseñanza y el aprendizaje de STEM y que trabajemos colaborativamente con nuestros colegas realizando investigación-acción para mejorar nuestra práctica docente.

El objetivo principal de la educación media no debe ser preparar personas para las demandas de las empresas, pero sí prepararlos para su futuro, esté o no relacionado con una profesión científica o tecnológica. En las clases de ciencia los estudiantes deben desarrollar cualidades innatas como la curiosidad y la creatividad, potenciar actitudes como la apertura intelectual, la disciplina y el escepticismo y habilidades como la observación, el análisis y la reflexión. La capacidad de comprender el conocimiento científico y tecnológico contribuye significativamente en la vida personal, social y profesional de los individuos, ya que en algún momento deberán tomar decisiones en temas relacionados con la ciencia y la tecnología, por lo que es central que esa comprensión tenga un valor práctico en la preparación para la vida de un joven (Peri y cols., 2016).

Si se acuerda además con el valor del conocimiento y entendimiento de la realidad ambiental desde el prisma de la ciencia y con su potencial aporte en la formación ciudadana, no se puede negar la importancia de conocer e incluir la pedagogía de la educación ambiental (ReNEA, 2010) en las aulas de ciencia de educación media, en la búsqueda de formar ciudadanos ambientales comprometidos con su entorno, responsables y críticos.

A partir del análisis de la situación actual y de los problemas que se detectan en las clases será posible plantear alternativas que hagan de la ciencia un bien cultural al que pueda acceder la mayoría de la población. Y para ello es necesario revisar nuestra actuación en el aula y las ideas que la fundamentan, cuestionar y discutir el modelo didáctico que prioriza el “dictado” de clase verbal, que no consigue despertar el interés de los jóvenes ni el aprendizaje de conocimientos relevantes. Las alternativas que se presentan plantean concentrarse en unas pocas ideas sobre la ciencia y utilizar metodologías activas en las que el rol docente deja

de ser el de portador del conocimiento y se le da a los estudiantes la posibilidad de decidir qué conocer en función de sus intereses y contexto, recopilar y evaluar evidencias y darle sentido a la información, favoreciendo un aprendizaje significativo y de construcción propia.

2. Principios de la ciencia e ideas clave

En 2010 Wyne Harlen editó un informe titulado *Principios y grandes ideas de la educación en Ciencias*, recopilando documentos preparados a partir de un seminario realizado en 2009 en Escocia, organizado para identificar las ideas más abarcadoras y fundamentales “que deberían abordar en la educación en ciencias que les permitiesen entender, disfrutar y maravillarse con el mundo natural” (prefacio). El foco se puso en la problemática de decidir qué incluir en el currículum, ayudar al docente a seleccionar “aquellos tópicos que hacen el mejor uso del limitado y precioso tiempo de aprendizaje” (p. 2), ante la gran cantidad de contenidos y actividades posibles y en entender las metas de la educación en una progresión de aquellas ideas clave que, en conjunto, permitan explicar eventos y fenómenos de importancia para la vida de los estudiantes durante y más allá de sus años de escolarización. Además de describir las ideas que al finalizar la enseñanza obligatoria los estudiantes deberían haber aprendido, se incluyeron las ideas necesarias para progresar hacia las primeras y se consideraron los principios “que deberían guiar las respuestas a las muchas preguntas sobre las metas y procedimientos de la educación en ciencias” (p. 4), principios en los que se fundamenten las razones por las cuales incluir y excluir material que actualmente se enseña (Figura 1).

Diez principios de la educación en ciencias

1. Durante todos los años de educación obligatoria, las escuelas deberían buscar en forma sistemática, por intermedio de sus programas de educación en ciencias, el desarrollo y la mantención de la curiosidad de los estudiantes acerca del mundo, el gozo por la actividad científica y la comprensión sobre cómo pueden explicarse los fenómenos naturales.
2. El objetivo principal de la educación en ciencias debiera ser capacitar a todos los individuos para que informadamente tomen parte en las decisiones y participen en acciones que afectan su bienestar personal y el bienestar de la sociedad y de su medio ambiente.

3. La educación en ciencias tiene múltiples metas y debería estar orientada a desarrollar:
 - comprensión de un conjunto de “grandes ideas” en ciencias que incluyan ideas de la ciencia e ideas acerca de la ciencia y su rol en la sociedad.
 - capacidades científicas relacionadas con la obtención y el uso de evidencias.
 - actitudes científicas.
 4. Debería establecerse una clara progresión hacia las metas de la educación en ciencias, indicando las ideas que deben lograrse en cada una de distintas etapas, en base a un cuidadoso análisis de los conceptos y de las investigaciones recientes que nos permiten entender cómo se aprende.
-
5. La progresión hacia las grandes ideas debiera resultar del estudio de tópicos que sean de interés para los estudiantes y relevantes para sus vidas.
 6. Las experiencias de aprendizaje debieran reflejar una visión del conocimiento científico y de la indagación científica explícita y alineada al pensamiento científico y educacional actual.
 7. Todas las actividades del currículo de ciencias deben profundizar la comprensión de ideas científicas, así como tener otros posibles propósitos, tales como propiciar actitudes y habilidades.
 8. Los programas que guían el aprendizaje de los estudiantes, la formación inicial y el desarrollo profesional de los profesores, debieran ser consistentes con las metodologías de enseñanza y aprendizaje que se requieren para alcanzar las metas enunciadas en el Principio 3.
 9. La evaluación juega un rol clave en la educación en ciencias. La evaluación formativa del aprendizaje de los alumnos y la evaluación sumativa de su progreso debieran aplicarse a todas las metas.
-
10. En el trabajo hacia el cumplimiento de estos objetivos los programas de ciencias de las escuelas debieran promover la cooperación entre los profesores y el involucramiento de la comunidad incluyendo la activa participación de los científicos.

Figura 1. Principios que sustentan la educación en ciencia para todos los estudiantes (Harlen, 2010)

También se consideró “la pedagogía adecuada a los principios y al desarrollo de una comprensión amplia de las ideas científicas y de la naturaleza de la actividad científica” (p. 4). Se propone la enseñanza basada en la indagación, ampliamente impulsada e implementada en muchos países, considerando que “la indagación, bien ejecutada, lleva a la comprensión y deja espacio para la reflexión sobre lo se ha aprendido, de manera que las nuevas ideas resulten del desarrollo de ideas más tempranas” (p. 3) y porque existe evidencia de que si “los estudiantes trabajan de forma similar a como lo hacen los científicos, desarrollando comprensión desde la obtención y uso de evidencia para someter a prueba distintas formas de explicar los fenómenos que se están estudiando” (p. 3) se tienen efectos positivos en la actitud hacia la ciencia (Harlen, 2010).

En el informe mencionado se explican los criterios utilizados para identificar y seleccionar las pocas grandes ideas que finalmente se propusieron, diez de las cuales son ideas de ciencia y cuatro son ideas acerca de la ciencia, explicitando que se buscaba no caer en el mismo error de intentos anteriores para identificar el listado, que comenzaban con la intención de incluir un número pequeño de ideas pero terminaban en un reordenamiento del contenido que ya se venía trabajando.

Ideas de la ciencia

1. Todo material en el Universo está compuesto de partículas muy pequeñas.
2. Los objetos pueden afectar otros objetos a distancia.
3. El cambio de movimiento de un objeto requiere que una fuerza neta actúe sobre él.
4. La cantidad de energía del universo siempre es la misma, pero la energía puede transformarse cuando algo cambia o se hace ocurrir.
5. La composición de la Tierra y de la atmósfera y los fenómenos que ocurren en ellas le dan forma a la superficie de la Tierra y afectan su clima.
6. El sistema solar es una muy pequeña parte de una de los millones de galaxias en el Universo.
7. Los organismos están organizados en base a células.
8. Los organismos requieren de suministro de energía y de materiales de los cuales con frecuencia dependen y por los que compiten con otros organismos.

9. La información genética es transmitida de una generación de organismos a la siguiente generación.
10. La diversidad de los organismos, vivientes y extintos, es el resultado de la evolución.

Ideas acerca de la ciencia

11. La ciencia supone que para cada efecto hay una o más causas.
12. Las explicaciones, las teorías y modelos científicos son aquellos que mejor dan cuenta de los hechos conocidos en su momento.
13. El conocimiento generado por la ciencia es usado en algunas tecnologías para crear productos que sirven a propósitos humanos.
14. Las aplicaciones de la ciencia tienen con frecuencia implicancias éticas, sociales, económicas y políticas.

Figura 2. Catorce grandes ideas en la ciencia (Harlen, 2010)

Para la identificación se clasificaron los conceptos más abarcadores que cruzan los dominios de las ideas científicas en dos categorías: las ideas sobre el mundo que nos rodea (como escalas, simetrías, causalidad, forma y función) e ideas acerca de la forma en que los conceptos científicos son generados y cambiados por la actividad humana.

Entre las primeras, mencionan:

(...) el concepto de sistema como un conjunto de partes interconectadas que conforman una entidad mayor y que puede ser estudiada como un todo. Este tipo de sistemas se existe dentro de los organismos, dentro de las máquinas, dentro de las comunidades y dentro de las galaxias. A menudo hay eventos en un sistema donde alguna propiedad o cantidad se conserva, como la masa, la carga, la energía, el momento angular, los genes en la división celular. (p. 20)

Otra idea abarcadora mencionada es la regularidad del comportamiento de objetos y sistemas, lo que:

(...) permite establecer relaciones para ser estudiadas y que puede ser usada para hacer predicciones acerca de los posibles resultados de un proceso. Al mismo tiempo, nunca es posible estar completamente seguro de una observación o medición; persiste cierta incertidumbre sobre lo que ocurrirá, aunque algunas consecuencias son más probables que otras. (p. 20)

En la segunda clase de ideas generales se incluyen ideas acerca de la naturaleza de la evidencia, los diferentes tipos y niveles de explicación y las fortalezas y limitaciones de las formas de modelar sistemas complejos:

Después de haber considerado alternativas, concluimos que, para el estudiante individual que puede o no embarcarse en una carrera basada en la ciencia, son las ideas menos generales en un determinado dominio las que parecen más útiles. Son las grandes ideas a este nivel las que la educación en ciencias debe ayudar a desarrollar, teniendo en cuenta lo planteado en relación al Principio 5 sobre la importante diferencia entre las metas del curriculum y las experiencias de aprendizaje. (p. 21)

En lugar de establecer el contenido detallado que hay que aprender, para la selección decidieron mantener las ideas que se pueden:

- explicar universalmente,
- desarrollar a través de una variedad de contenidos, elegidos por ser relevantes, interesantes y motivadores,
- aplicar a nuevos contenidos y, además, permiten a los estudiantes comprender situaciones y eventos, hasta ahora desconocidos, que pueden encontrar en sus vidas.

Esto coloca énfasis en los procesos de aprendizaje y de aplicación del conocimiento de manera que las poderosas herramientas que proporcionan las grandes ideas sean utilizadas eficazmente para interpretar y entender el mundo cambiante. (Harlen, 2010, p. 21)

Y finalmente, como criterios para seleccionar aquellas ideas que no tengan un propósito exclusivamente instrumental sino que puedan contribuir a la satisfacción de comprender la naturaleza de la actividad científica y lo que a través de ella se ha hecho, se concluyó que las grandes ideas debían:

- tener poder explicativo en relación con un gran número de objetos, acontecimientos y fenómenos a los que se enfrentan los estudiantes en sus vidas durante y después de sus años escolares,
- proporcionar una base para comprender los problemas involucrados en la toma de decisiones que afectan su salud y el bienestar de los demás, el medio ambiente y el uso de la energía,
- proporcionar satisfacción por estar en condiciones de responder o buscar respuestas al tipo de preguntas que se hacen las personas acerca de sí mismos y el mundo natural,

- tener un significado cultural - por ejemplo, en cuanto afecta la visión sobre la condición humana
- reflejando los logros en la historia de la ciencia, la inspiración desde el estudio de la naturaleza y los impactos de la actividad humana sobre el medio ambiente.

En 2015, luego de un segundo seminario internacional realizado en setiembre de 2014, se publicó *Trabajando con las grandes ideas de la educación en ciencias*, editado también por Wynne Harlen y en el que, luego de un seguimiento de la implementación de las propuestas realizadas en 2010, se complementa el trabajo anterior “plasmando con mayor detalle la justificación para trabajar hacia grandes ideas y las implicaciones de todo esto en el contenido del currículo, la pedagogía, la evaluación de los estudiantes y la formación del maestro” (p. 1).

Se menciona que siguen vigentes los motivos que se identificaron inicialmente para enfocarse en el desarrollo de las ideas fundamentales de la educación en ciencias:

- responder a la percepción que tienen los estudiantes de la ciencia como una colección fragmentada de hechos y teorías de poca relevancia para ellos, construyendo ideas para dar forma a una imagen coherente de cómo funciona el mundo,
- proporcionar una base para las actividades en clase que ayude a los estudiantes a explicar las cosas que les parecen importantes,
- proporcionar una base para hacer una selección de contenido curricular entre una gama enorme de posibilidades,
- guiar de manera informada el desarrollo de marcos curriculares contruidos sobre una progresión hacia las grandes ideas,

y se agregan otras razones que surgen en tres sentidos:

- la amplia aceptación de la pedagogía basada en indagación para la educación en ciencias,
- el reconocimiento de la conexión de la ciencia con otras materias STEM en contextos de la vida diaria,
- una mayor comprensión (proporcionado por la neurociencia) acerca de las condiciones que influyen en el aprendizaje.

Según Harlen (2015), otras razones que han emergido y que fortalecen aún más la justificación tanto a nivel individual como colectivo son, respectivamente, los beneficios para los estudiantes de “poder captar los aspectos esenciales

de los sucesos o fenómenos en el mundo que los rodea y de esta manera tomar decisiones informadas que afectan su salud y bienestar propio y de otros” (p. 1) y para la sociedad, que ésta “se beneficia con ciudadanos que toman decisiones informadas en cuanto a temas como el uso de la energía y el cuidado del ambiente” (p. 1). Se mantiene el foco en la comprensión conceptual junto con el desarrollo de las capacidades y actitudes científicas incorporadas en una pedagogía apropiada y no en una lista separada de metas y se sostiene que la indagación “no solamente cumple un papel central en desarrollar la comprensión, sino que la identificación de las grandes ideas en ciencias constituye un complemento necesario para promover la educación en ciencias basada en la indagación” (p. 2).

3. Aprendizaje a partir del contexto

En general puede haber consenso en considerar la competencia como un saber hacer en contexto. A lo largo de su escolarización, el estudiante debe desarrollar competencias que le permitan conocer su entorno y actuar sobre él, además de integrarse culturalmente y como ciudadano responsable a su medio natural y social. Como ciudadano necesita una comprensión general de los temas y sus implicaciones éticas para poder movilizar la voluntad política y solucionar los problemas que presentan.

En Marchán y Sanmartí (2014), en la búsqueda de una definición de las metodologías que utilizan los contextos como herramientas para enseñar y aprender, seleccionan la de King (2012):

Una metodología basada en contextos (MBC) consiste en aplicar la ciencia a una situación del mundo real que se usa como estructura central para la enseñanza. Los conceptos científicos se enseñan a medida que son necesarios para entender mejor la situación planteada. (p. 704)

Pero plantean también que esta relación entre contexto y aprendizaje de conocimientos científicos en el marco de un currículum coherente es algo controvertido. Mencionan que Kortland (2007) propone que:

(...) en lugar de ver el ‘contexto’ como algo de la vida cotidiana a la que el conocimiento científico se puede conectar de un modo u otro, debería referirse a una práctica que tiene como propósito resolver un problema específico relacionado con la ciencia y la tecnología, aplicando un procedimiento para la solución del problema que comporta aprender el conocimiento científico/

tecnológico, habilidades y actitudes necesarias para resolverlo. Es lo que define como prácticas auténticas. (p. 704)

Para Marchán y Sanmartí (2014), en el aprendizaje de las Ciencias:

(...) el contexto se refiere al análisis de una situación o problema complejo, relevante socialmente y del entorno del alumnado, que se realiza durante un largo periodo de tiempo (semanas). A partir de su estudio se van modelizando conceptos-clave necesarios para comprenderlo y para tomar decisiones, interrelacionándolos y organizándolos junto con las experiencias y el nuevo lenguaje que se va generando alrededor de modelos teóricos claves de la ciencia. (p. 705)

El hecho de tener que resolver un problema real, obliga a los estudiantes a contextualizar, es decir a transformar de manera progresiva conceptos, enunciados o conocimientos teóricos en decisiones y acciones prácticas en la realización de la actividad. En las prácticas auténticas no se aborda el reto que supone integrar la contextualización y la modelización desde el inicio del proceso de aprendizaje. Se parte de la premisa que los conceptos científicos ya han sido construidos previamente y la actividad escolar sirve para poner en práctica y desarrollar estos modelos en una situación real con la finalidad de que lleguen a ser significativos para la persona que aprende.

En los cursos de ciencias el tiempo del que se dispone para enseñar es limitado, no hay dudas de la imposibilidad de abordar todos los conocimientos y contextos actuales. Pero siendo conscientes de que la competencia se demuestra sabiendo movilizar saberes diversos y de forma interrelacionada en la resolución de problemas o en la toma de decisiones en situaciones diversas e imprevisibles, adquiere importancia la necesidad de desarrollar la capacidad de aplicar lo que se ha aprendido en un determinado contexto a otros distintos. En el marco teórico de las pruebas PISA 2015 competencia científica se refiere a la aplicación del conocimiento científico en contextos de la vida así como el desarrollo de actitudes que lleven a los estudiantes a comprometerse con cuestiones científicas. Respecto a los contextos se argumenta que no se refiere al contexto de la ciencia escolar en sí misma si no a situaciones relativas a lo personal, familiar o entre estudiantes (personal), a la comunidad (locales y nacionales) y para la vida en todo el mundo (global), así como contextos basados en la tecnología o contextos de historia de la ciencia.

Se proponen cinco áreas en las que la cultura científica tiene un valor particular para los individuos y las comunidades para implicarse en la mejora y el

mantenimiento de la calidad de vida y en el desarrollo de políticas públicas: salud, recursos naturales, medio ambiente, riesgos y fronteras entre ciencia y tecnología; en el ámbito personal, social o global. En cuanto a los contenidos de las disciplinas científicas, comentan el gran potencial de contextos en los que los conocimientos disciplinares son interdependientes e interdisciplinares. En cuanto a la variedad de contextos, reconocen que es importante asegurar una variedad de contextos de manera que se reduce al mínimo el sesgo debido a su elección. Para acabar, el marco teórico describe varios niveles de rendimiento de los estudiantes. En el nivel más alto de competencia científica los estudiantes son capaces de aplicar el conocimiento científico en contextos que son complejos, de la vida real, poco conocidos por los estudiantes y muy variados (personales, locales y globales). Sin embargo, en los niveles más bajos los estudiantes aplican el conocimiento solamente en unos pocos contextos que suelen ser muy conocidos para los estudiantes (Marchán y Sanmartí, 2013).

Las situaciones en las que se usa la ciencia en la vida cotidiana y que tenderán a captar el interés de muchos estudiantes, a menudo implican combinar la ciencia con otras disciplinas, en particular la ingeniería, la tecnología y las matemáticas. Se requieren cada vez más de equipos multidisciplinarios y transdisciplinarios para abordar una amplia gama de problemas científicos que podrían tener implicaciones para la sociedad. Los contextos y problemas del mundo real, como diseñar sistemas de energía sustentables, la ingeniería biomédica, mantener la biodiversidad en áreas donde existen conflictos entre las necesidades locales y globales, demandan los conocimientos, conceptos y habilidades de varias disciplinas. Esto genera cuestionarse sobre cómo asegurar un aprendizaje relevante entre todos los estudiantes, independientemente de que ellos después trabajen en estos esfuerzos o no (Harlen, 2015).

4. Estrategias didácticas para propiciar el desarrollo de competencias científicas

Preparar a los estudiantes para afrontar retos en su vida, haciéndolos competentes científica y tecnológicamente, debería ser nuestra meta. Cómo hacerlo es lo que la investigación en didáctica de las ciencias ha intentado esclarecer.

Entendiendo a la enseñanza como un proceso de ayuda para el logro de aprendizajes significativos, si bien la puede originar el docente, “es una construcción conjunta como producto de los continuos y complejos intercambios con los alumnos y el contexto instruccional (institucional, cultural, etcétera), que a ve-

ces toma caminos no necesariamente predefinidos en la planificación” (Díaz-Barriga y Hernández, 2007:140). Es por esto que el docente debe saber interpretar y tomar como objeto de reflexión los procesos de enseñanza y aprendizaje, siendo su rol pensar y proponer estrategias de enseñanza que permitan transferir la responsabilidad del aprendizaje a sus estudiantes, graduando la dificultad de las tareas y proporcionando los apoyos necesarios para afrontarlas.

Según Minner, Levy y Century (2010), la enseñanza a través de la indagación científica promueve que los estudiantes, para probar sus ideas, propongan y lleven a cabo actividades de investigación y al hacerlo también investiguen sobre la naturaleza de la ciencia.

Puede pensarse en una categorización de las actividades de indagación, discriminando entre lo que hacen los científicos (hacer investigación mediante metodologías científicas), cómo aprenden los estudiantes (preguntándose activamente y empleando el razonamiento y la acción para comprender un fenómeno o problema, a menudo como reflejo de los procesos empleados por los científicos) y el enfoque pedagógico que emplean los profesores (con el diseño y el uso del currículo que promueve la investigación en la clase o el laboratorio) (Garritz, 2012).

La indagación entendida como un enfoque pedagógico conduce hacia la reflexión en el proceso de enseñanza de las ciencias, permitiendo que el docente tenga una actitud indagatoria e investigue sus propias prácticas, deje de concebirse exclusivamente como enseñante, renunciando, al menos parcialmente, a su papel de experto que debe dar siempre las respuestas correctas y que pase a considerarse un aprendiz permanente, capaz de reflexionar acerca de su quehacer para mejorarlo, lo que posibilita que generen conocimientos que guíen su quehacer en el aula y que trasladen ese proceso reflexivo y de indagación a la construcción de conocimiento científico por parte de sus estudiantes. Todo esto es coherente con la enseñanza centrada en el alumno, en la que el docente ya no es el portador de sabiduría sino que es el facilitador y guía que orienta la construcción de conocimientos científicos a través de actividades que implican poner en juego una serie de competencias relacionadas con el quehacer científico.

Las estrategias de enseñanza que comprometen al estudiante activamente en el proceso de aprendizaje a través de investigaciones escolares incrementan la comprensión conceptual mejor que las estrategias que se basan en técnicas pasivas. En la Tabla 1 se presenta el rol del docente y del estudiante en cuatro de las muchas estrategias que se han propuesto e investigado en profundidad tanto

en Europa como en América, y que se considera podrían agruparse dentro del enfoque el aprendizaje basado en la indagación.

A continuación se incluyen algunos aspectos fundamentales que podrían ser útiles como elementos de discusión y debate sobre las diferencias en sus fundamentos y procedimientos.

Tabla 1

Rol del docente y el estudiante en cuatro estrategias didácticas

En el aprendizaje	el docente	el estudiante
basado en problemas	<p>Formula problemas desafiantes y estimulantes para los estudiantes.</p> <p>Estimula a organizar el trabajo, ayudarse y resolver sus diferencias.</p> <p>Motiva a proponer hipótesis, seleccionar información y planear pasos para resolver el problema.</p> <p>Promueve la toma de decisiones y elaboración de juicios con base en lo investigado.</p>	<p>Decide los contenidos respecto de los cuales van a profundizar.</p> <p>Elige qué textos de los que ha propuesto el profesor requiere leer.</p> <p>Investiga información útil para resolver el problema.</p> <p>Procesa la información y la comparte en grupo.</p> <p>Formula ideas sobre soluciones y discute con sus compañeros para tomar decisiones.</p>
por proyectos	<p>Elige las situaciones problemáticas que van a dar lugar a proyectos.</p> <p>Provee recursos e información clave para el trabajo.</p> <p>Sugiere fuentes de información para reunir datos que complementen las indagaciones.</p> <p>Monitorea el trabajo de los equipos.</p> <p>Promueve el desarrollo de un clima de trabajo positivo en los equipos.</p>	<p>Plantea ideas para elaborar el proyecto.</p> <p>Se organiza en equipos de trabajo.</p> <p>Asume y cumple responsabilidades.</p> <p>Indaga por información útil para el trabajo que realizan.</p> <p>Expresa ideas, construye acuerdos, toma decisiones y resuelve problemas.</p> <p>Elabora un producto final con su equipo.</p>

por investigación	<p>Motiva a los estudiantes a investigar al plantear problemas retadores, conectados con sus intereses.</p> <p>Ayuda a los estudiantes a plantear y verificar sus hipótesis, monitoreando su trabajo y brindándoles el refuerzo que necesitan.</p> <p>Muestra expectativas positivas respecto de sus estudiantes.</p>	<p>Formula hipótesis en sus equipos de trabajo.</p> <p>Acude a diversas fuentes para encontrar y recoger evidencias.</p> <p>Presenta las evidencias halladas a sus compañeros.</p> <p>Contrasta las evidencias con las hipótesis formuladas.</p> <p>Formula conclusiones y juicios críticos a partir de lo investigado.</p>
por debate	<p>Prepara las situaciones controvertiales a discutir.</p> <p>Actúa como moderador y mediador de la discusión.</p> <p>Ayuda a aligerar tensiones que se producen durante la discusión.</p>	<p>Construye opiniones.</p> <p>Adopta posiciones.</p> <p>Participa en el debate.</p> <p>Expresa puntos de vista.</p> <p>Escucha las ideas de los demás.</p>

Nota Fuente: Adaptado de Ministerio de Educación de Perú (2015). *Rutas del aprendizaje. ¿Qué y cómo aprenden nuestros estudiantes?*

El ABP consiste en proponer a los estudiantes una situación que no tiene solución conocida ni proporciona suficiente información para responderla de inmediato. Esta situación debe exigir a los estudiantes interpretar individualmente u organizarse en equipos para visualizar el problema desde varias perspectivas, activar su pensamiento crítico y creatividad. Los estudiantes tienen que hacer predicciones, indagar y poner en práctica nociones, datos, técnicas y habilidades para imaginar soluciones diversas y construirlas colaborativamente, usando el material disponible.

El aprendizaje por proyectos consiste en proponer a los estudiantes elegir, planificar y elaborar un producto en forma concertada, que puede ser un material u objeto o una actividad diseñada y ejecutada por ellos, que responde a un problema o atiende una necesidad. Los estudiantes podrán planificar, organizar y realizar una tarea común en contextos reales, organizándose en equipos de trabajo, asumiendo responsabilidades individuales y grupales. Implica también la indagación o investigación, solucionar problemas, construir acuerdos, tomar decisiones y colaborar entre sí durante todo el proceso.

En el aprendizaje por investigación se propone que el estudiante aprenda a indagar en ámbitos que representan problemas, así como a responder interrogantes basándose en hechos o evidencias. El docente debe seleccionar con cuidado los problemas, presentarlos de manera que despierte el interés y la curiosidad y guiar el proceso de investigación en los pasos que muchos consideran (aunque es muy discutido) parte del método científico: identificar el problema o la pregunta, formular hipótesis, recolectar y presentar los datos, evaluar la hipótesis y sacar conclusiones.

En las actividades de aprendizaje por discusión o debate se les da a los estudiantes la tarea de defender o rebatir un punto de vista acerca de un tema controversial, bajo la conducción dinámica de una persona que hace de guía, interrogador y moderador. No es una técnica de comprobación de aprendizaje, sino una estrategia que promueve que el aprendizaje a través de la participación activa en el intercambio y elaboración de ideas, así como en la información múltiple. El estudiante practica la argumentación y la tolerancia con las opiniones diferentes a las suyas.

Queda claro que los estudiantes no hacen investigación científica en las clases de ciencia. La ciencia escolar busca que los estudiantes construyan un conocimiento que ya es aceptado por la comunidad científica, pero no genera nuevos conocimientos y descubrimientos. Por ello se considera más acertado sustituir la palabra investigación por indagación científica cuando se trata de actividades escolares.

Referencias bibliográficas

- Díaz Barriga, F. y Hernández, G. (2007). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo* (2ª edición). México: Mc Graw Hill.
- Garritz, A. (2012). *Proyectos educativos recientes basados en la indagación de la química*. Educación química, 23(4), 458-464. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2012000400006&lng=es&tlng=es
- Harlen, W. (Ed.) (2010). *Principios y grandes ideas de la educación en ciencias*. [en línea]. Hatfield, Reino Unido. Association for Science Education. Disponible en: <http://innovec.org.mx/home/images/Grandes%20Ideas%20de%20la%20Ciencia%20Espaol%2020112.pdf>
- Harlen, W. (Ed.) (2015). *Trabajando con las Grandes ideas de la Educación en Ciencias*. [en línea]. Publicado por el Programa de Educación en Ciencias (SEP) de la IAP.

- Trieste, Italia. Disponible en: <http://www.interacademies.net/Publications/27786.aspx>
- King, D. (2012). New perspectives on context-based chemistry education: Using a dialectical sociocultural approach to view teaching and learning. *Studies in Science Education*, 48 (1), 51-87.
- Kortland, J. (2007). Context-based science curricula: Exploring the didactical friction between context and science content. In ESERA. Conference, Malmö, Suecia.
- Marchán, I. y Sanmartín, N. (2014). Una revisión sobre el uso de contextos en la enseñanza de las ciencias y su potencial para el desarrollo de la competencia científica. En De las Heras et al. (coord.). *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: Un reto emocionante*. Huelva: Servicio de Publicaciones de la UHU. Disponible en: <http://www.apice-dce.com/actas/docs/comunicaciones/orales/pdf/085.5-Marchan-Carvajal.pdf>
- Minner, D., Levy, A. y Century, J. (2010). Inquiry-Based Science Instruction — What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (4), 474-496. Disponible en: http://math.kendallhunt.com/Documents/seattle/Minner_Inquiry-Based.pdf
- Ministerio de Educación de Perú. (2015). *Rutas del aprendizaje. ¿Qué y cómo aprenden nuestros estudiantes*. [en línea]. Disponible en <http://www.minedu.gob.pe/DeInteres/pdf/documentos-secundaria-cienciayambiente-vi.pdf>
- Peri, A.; Arrúa, M.; Cardozo, S.; Fernández, M.; Indarte, R.; Sánchez, M.; Savio, A.; Silveira, A.; Sotelo, M. y Sosa, A. (2016). *Uruguay en PISA 2015*. Primer informe de resultados. Disponible en: https://www.ces.edu.uy/files/2016/Direccion%20de%20planemaiento%20evaluacion%20educativa/pisa/uruguay_en_pisa_2015.pdf
- ReNEA (2010). *Hacia una pedagogía de la educación ambiental. Memorias del camino recorrido*. [en línea]. Montevideo, Uruguay. Disponible en: http://www.reduambiental.edu.uy/wp-content/uploads/2010/11/libro_final_-renea.pdf