

REFLEXIONES Y PROPUESTAS ACERCA DE LA INCORPORACIÓN DE NUEVAS METODOLOGÍAS EN EL AULA DE CIENCIAS SECUNDARIA: LA INDAGACIÓN CIENTÍFICA Y EL APRENDIZAJE EXPERIENCIAL

Corina González¹, Carolina Martínez² y María Teresa Martínez³

RESUMEN

El propósito de la educación científica es que todos los alumnos y alumnas logren en su formación general una educación de calidad. Esto involucra, que el aprendizaje de las ciencias sea un proceso activo de investigación y experimentación, reconociendo la importancia del aprendizaje contextualizado y que fomente habilidades y destrezas propias de los procesos científicos. De esta manera, las metodologías que utilicen los docentes en sus clases deben dar respuesta a esta nueva forma de enseñar y aprender. En este contexto se analizan dos modelos pedagógicos complementarios: la indagación científica y el aprendizaje experiencial.

Palabras clave: Indagación científica, aprendizaje experiencial, educación secundaria, actitudes, habilidades

¹ Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile

² Universidad Metropolitana Ciencias de la Educación, Chile

³ Universidad Metropolitana Ciencias de la Educación, Chile

**REFLECTIONS AND PROPOSALS ABOUT THE INCORPORATION OF NEW
METHODOLOGIES IN THE SCIENCES SECONDARY CLASSROOM:
SCIENTIFIC INQUIRY AND THE EXPERIENTIAL LEARNING**

ABSTRACT

The purpose of scientific education is that all the students have in their general formation a quality education. This involves, that sciences learning have to be an active process of inquiry and experimentation, recognizing the importance of contextualized learning that promote abilities and scientific skills. Therefore, the methodologies that utilize the teachers in their classes should give answers to this new form to teach and to learn. In this context, two complementary pedagogical models are analyzed: the scientific inquiry and the experiential learning

Key Words: Scientific inquiry, Experiential learning, Secondary education, attitude, abilities

Introducción

Hoy en día, la ciencia ocupa un lugar altamente valorado en los currículos escolares. El objetivo de la educación científica a nivel internacional, ha cambiado de un carácter propedéutico- formación para la generación de nuevos científicos-, a una educación para todos, con el objeto de lograr en todas las personas un grado suficiente de conocimientos, habilidades y actitudes científicas. Así, el año 1999, en el marco de la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI (auspiciada por la UNESCO), se declara que el acceso al conocimiento científico es parte del derecho a la educación que tienen todos los hombres y mujeres, a la vez que se reconoce la educación científica como “*un requisito previo esencial de la democracia y el desarrollo sostenible*” (Declaración de Budapest, UNESCO-ICSU, 1999).

En nuestro país, y desde el punto de vista curricular, el sector de Ciencias en la Educación Secundaria -compuesto por los subsectores de biología, física y

química- tiene por propósito que los estudiantes comprendan conceptos y conocimientos básicos de las disciplinas científicas acerca del mundo natural y del mundo tecnológico que les rodea, adquiriendo en este proceso habilidades intelectuales y disposiciones distintivas del conocimiento científico. En este contexto, el impacto del conocimiento científico-tecnológico es parte fundamental de una profunda y rápida transformación de la sociedad contemporánea, aspecto que es valorado y reafirmado por el Ministerio de Educación (MINEDUC, 2005).

En Chile, los Planes y Programas elaborados en el marco de la reforma curricular datan de una política que se comienza a implementar a principios de los años 90' en el contexto de la *Conferencia Mundial de la Educación para Todos*, primer gran evento que da cuenta de un cambio de perspectiva respecto a la educación en el mundo (García-Huidobro & Cox, 1999). En esta década, emerge a nivel mundial una revalorización de la educación que guarda estrecha relación con los cambios históricos de este fin de siglo. Se pasa de una sociedad industrial a una *sociedad del conocimiento*. Sociedad globalizada y dinamizada por la expansión y centralidad creciente que posee en ella la utilización del conocimiento; facilitada además por el rápido despliegue a nivel mundial de las modernas tecnologías de la información y comunicación. Desde la perspectiva de la integración cultural y política de una sociedad democrática, en que la resolución de conflictos y de problemas sociales y medio-ambientales son cada vez más complejos y demandantes de recursos del saber, es particularmente clara la necesidad de una formación científica básica de toda la ciudadanía (MINEDUC,2005).

Para vivir en sociedad y construir la democracia se requiere de destrezas culturales de nuevo tipo que los sistemas educativos deben comenzar a proveer. Así, cambia el foco de la riqueza de las naciones, ya que lo más relevante para prevalecer en el concierto internacional ya no son las armas ni el capital financiero, sino el *conocimiento*, lo que otorga a la educación una importancia inédita. Junto con este incremento de la necesidad de educación, cambia también la orientación que ésta va tomando (García-Huidobro & Cox, 1999). Según este

contexto, el propósito central de la actual política educacional es contribuir a mejorar en forma sustantiva la calidad de los aprendizajes de los estudiantes y la equidad de su distribución, ampliando las oportunidades educativas de los niños y jóvenes de los grupos más pobres. El principio de igualdad de oportunidades es un aspecto valorado en la nueva escena nacional y por ende, se reinterpreta el concepto de igualdad educativa, cambiando la mirada de la escuela sobre sí misma, ya que pone en el centro la calidad de los aprendizajes logrados y no sólo el aumento de la escolaridad (García-Huidobro & Cox, 1999). Según Vergara (2006), este proceso implica un repensar sobre qué se debe aprender y qué se debe enseñar.

En esta nueva panorámica, el propósito actual de la educación científica es lograr que todos los alumnos y alumnas logren en su formación general una educación científica básica. Nuevas directrices en los procesos de enseñanza-aprendizaje se han comenzado a vislumbrar, en donde el enseñar ciencias para comprender el mundo y transformarlo pareciese ser la dinámica en la cual se ha contextualizado esta nueva forma de mirar la educación (MINEDUC 2005; Macedo & Katzkowicz 2005, Quintanilla 2006). Bajo esta nueva perspectiva, un criterio básico de la selección y organización curricular del sector es que la ciencia es un conocimiento sobre el mundo, que para ser significativo debe ser conectado con la experiencia y contextos vitales de los alumnos. Al perder su carácter propedéutico, la educación científica ha pasado a constituir un derecho de todos, y una exigencia urgente del desarrollo de las personas y los pueblos, a corto plazo (Gil y Vilches, 2001). Esta nueva educación científica debe partir de la curiosidad, ideas propias e intuiciones de los estudiantes; donde el punto de llegada no sea la mayor cobertura temática posible de una disciplina, sino el entendimiento de principios fundamentales de las ciencias, sus modos de proceder, y la capacidad de aplicarlos a la vida real.

Un supuesto central es que el aprendizaje de la ciencia debe ser un proceso activo en el cual la investigación y la resolución de problemas ocupan lugares

centrales (Sanmartí, 2002; Quintanilla, 2000; Castro; 2003). El MINEDUC (2005) propone al respecto que estas actividades de investigación y experimentación son más ricas en términos de aprendizaje, si se las desarrolla en contextos donde se conjuguen elementos de historia de la ciencia, perspectivas sociales y personales sobre sus usos, y aplicaciones tecnológicas contemporáneas. En este contexto, la educación científica nacional, y desde el punto de vista curricular, ha declarado a través de los contenidos mínimos obligatorios la importancia de asegurar una *educación científica de calidad*, reconociendo la importancia del aprendizaje contextualizado de las ciencias y el fomento de habilidades y destrezas propias de los procesos científicos. Del mismo modo, se declara promover la incorporación de nuevas prácticas docentes, las que debiesen replantear los procesos de enseñanza-aprendizaje que se han desarrollado hasta el momento en las aulas de ciencia.

Si bien, a nivel declarativo- particularmente desde los Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos expresados en los Planes y Programas- queda clara cuál es la postura del MINEDUC respecto de la Educación Científica en Educación Secundaria, el cómo llevar estas declaraciones a la práctica parece ser menos claro. Así, no es extraño que en las aulas, en general, siga primando un formato bastante tradicional de enseñanza (Castro, 2003). Frente a lo anterior, cabe preguntarse: ¿Cómo llevar lo declarado por el MINEDUC al aula secundaria de Ciencias? ¿Qué metodologías ayudarían a concretar estos objetivos? A lo largo del presente trabajo se tratará de dar respuesta a estas preguntas, particularmente a través de dos modelos pedagógicos complementarios: la indagación científica y el aprendizaje experiencial. Se plantearán ventajas, posibles limitaciones y obstáculos de su implementación, para finalizar con algunas reflexiones sobre la integración de ambas metodologías en el aula.

Constructivismo, Indagación Científica y Aprendizaje Experiencial: Enfoques alternativos al proceder tradicional de la enseñanza de las Ciencias.

Es sabido que la forma prototípica de enseñar ciencia en la educación secundaria y universitaria, ha tenido rasgos característicos, derivados tanto de la formación recibida por los profesores como de la propia cultura educativa. En nuestro país aún prevalece una enseñanza científica estructurada cuyo principal énfasis literario e instruccional, privilegia aprendizajes memorísticos y descontextualizados otorgando al estudiante un rol depositario, alejado del favorecimiento de niveles superiores de pensamiento y actuación autónoma entendidas como habilidades necesarias y presentes en una enseñanza efectiva (Perinat, 2004; Castro, 2003; Albertini et al, 2005), pero sobretodo relevantes para la resolución de problemas (OECD, 2006). La mecánica de un método tradicional de enseñanza, ampliamente utilizado por el profesorado según Schiefelbein & Zúñiga (2001), se basa en procedimientos estructurados orientados a la comprensión de contenidos (prelectura, interrogación, entre otros), centrando la atención en la enseñanza y concibiendo al alumno como un ser receptivo con un rol pasivo frente al aprendizaje (González, 2003). Por su parte, Pozo y Gómez (1998) sostienen que uno de los aspectos problemáticos de la enseñanza de las ciencias es el énfasis puesto en el aprendizaje fáctico y conceptual limitados al ámbito de la reproducción y considerados por igual al momento de enseñar, lo cual se relaciona con actitudes respecto de la ciencia como por ejemplo, la idea de que aprender ciencia implica aceptar y repetir lo más fielmente posible los enunciados de un texto leído o las expresiones realizadas por el profesor, por sobre la generación de preguntas y respuestas propias, a partir de un proceso de exploración situado, o bien el hecho de configurar pensamientos lineales, totalizadores y simplistas acerca de las explicaciones científicas con escasa actitud crítica e indagatoria.

Frente a problemáticas como las anteriores, y considerando la importancia de desarrollar e integrar conocimientos, habilidades y actitudes al aprender ciencias, la educación científica actual, se acoge al enfoque constructivista de Enseñanza-Aprendizaje, considerado por Pozo y Gómez (1998) como “nueva cultura del

aprendizaje”. De esta manera, el aprendizaje, particularmente de “conceptos” por sobre la mera memorización de “hechos”, se entiende como un proceso comprensivo en donde *“el conocimiento no es el resultado de una mera copia de la realidad preexistente, sino de un proceso dinámico e interactivo a través del cual la información externa es interpretada y reinterpretada por la mente, que va construyendo progresivamente modelos explicativos cada vez más complejos y potentes”* (Castro et al. 2000; p 8). Como contribución del constructivismo a los procesos de enseñanza-aprendizaje se reconoce la posibilidad de suponer y enfatizar la actividad mental del alumno, quien construye y transforma sus esquemas de conocimiento a partir de los aprendizajes significativos (Coll, 1996). Asimismo, es necesario considerar que si bien el constructivismo supone un rol activo por parte del alumno, también considera significativamente el rol de la enseñanza como directora del proceso, la cual debe posibilitar de la mejor manera posible el logro de los aprendizajes propuestos para el alumno. En términos prácticos, desde esta noción se da origen al uso del diagnóstico de conceptos previos por parte de los estudiantes a través de una situación conflictiva o cuestionadora que lleva al alumno a analizar cognitivamente la problemática planteada, tratando por ende de darle una explicación y significado a la experiencia (Santibáñez, 1995). Desde esta mirada, se espera que producto del aprendizaje significativo ocurra un *cambio conceptual*, entendido originalmente como el cambio desde las concepciones cotidianas a las científicas (Pozo y Gómez, 1998).

Como puede apreciarse, los enfoques anteriormente expuestos enfatizan puntualmente los aspectos cognitivos del aprendizaje, lo cual es relevante al pensar la transición desde el énfasis en el aprendizaje científico reproductivo conductual, hacia la integración de los procesos constructivos del conocimiento. Sin embargo, y frente a la importancia asignada hoy al aprendizaje de las ciencias (MINEDUC, 2005), basado en el desarrollo de habilidades que suponen un aprendizaje multidimensional: *conocimientos, actuaciones o procedimientos y actitudes*, surge la pregunta: ¿Será este enfoque *constructivista*, entendido como

la *construcción de conceptos*, condición suficiente para que los alumnos logren aprendizajes efectivos, que a su vez posibilite condiciones de equidad para ellos?, ¿Qué otros enfoques intentan promover aprendizajes en el ámbito de las ciencias, que promuevan un aprendizaje multidimensional?

Indagación científica y el aprendizaje de las ciencias

Frente a la idea tradicional de que la mejor forma de enseñar ciencia es transmitir a los alumnos los productos de la actividad científica, es decir, los conocimientos científicos, se opone aquella que sostiene que la mejor manera de que los alumnos aprendan ciencia es **haciendo ciencia**, y que su enseñanza debe basarse en experiencias que les permitan investigar y reconstruir los principales acontecimientos científicos (Sanmartí, 2002). Según esta visión, y desde la comunidad científica internacional, se ha promovido la implementación y uso de la *indagación científica* como metodología de enseñanza para el aprendizaje de las ciencias (IAP, 2006; Alberts, 2008). En palabras de Windschitl, y bajo el contexto escolar, la indagación científica se puede entender como un proceso en el cual “*se plantean preguntas acerca del mundo natural, se generan hipótesis, se diseña una investigación, y se colectan y analizan datos con el objeto de encontrar una solución al problema*” (Windschitl, 2003, p. 113). Bajo esta metodología, aumentaría la comprensión científica del alumno, la comprensión de la Ciencia y su relación con la Sociedad, así como su participación y motivación en actividades científicas (IAP, 2006; Schwartz & Crawford, 2006; Abd-El-Khalick et al, 2004). En muchos currículos escolares, incluyendo el chileno, la indagación científica es declarada, además de una metodología, como un objetivo de aprendizaje, particularmente en la Enseñanza Secundaria.

En la práctica, y en su versión tradicional, esta metodología se estructura en un ciclo de aprendizaje, el cual presenta las siguientes fases: (1) **Motivación o Focalización**, en la cual el profesor plantea una pregunta o problema al alumno, que despierta su curiosidad, y sobre la cual el alumno expresa sus concepciones

previas y formula una predicción o hipótesis; (2) **Exploración**, entendida como el momento en el cual el alumno investiga, a través de sus sentidos y la manipulación de materiales y objetos naturales el fenómeno, registrando los datos obtenidos. En esta etapa, el alumno puede diseñar y ejecutar una manera de poner a prueba su hipótesis original (3) **Explicación o Reflexión**, en la cual el alumno comparte con sus pares y con el docente los resultados obtenidos, discutiendo posibles resultados discordantes y consensuando una posible conclusión y (4) **Aplicación o Elaboración**, en donde el aprendizaje logrado es aplicado en un contexto diferente, extendiendo y profundizando lo aprendido (NRC, 2002).

Entre las ventajas de la implementación de esta metodología versus la enseñanza tradicional, se pueden mencionar:

1. Una **alta relación entre la indagación científica y el desarrollo de competencia científica en el alumno**: a través de la indagación científica los alumnos construyen conocimiento científico, a través del desarrollo de conceptos que les permiten comprender los aspectos científicos del mundo que los rodea a través de su propia reflexión (*comprensión de conceptos científicos*), se involucran en el planteamiento de preguntas, planifican y conducen sus investigaciones (*desarrollo de una comprensión acerca de los rasgos característicos de la ciencia*), usan herramientas y tecnologías apropiadas para realizar observaciones y recoger datos (*comprensión de la relación ciencia- tecnología*), piensan de manera crítica y dan prioridad a la evidencia, de manera de formular explicaciones viables (*desarrollo de la capacidad de explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en evidencia*) (Abell et al, 2006; NRC, 2000).
2. El **desarrollo de la capacidad metacognitiva del alumno**: una enseñanza basada en la indagación, obliga al alumno a pensar acerca de lo que sabe, y acerca de cómo lo ha llegado a saber y por qué, lo cual le entrega las herramientas necesarias para la construcción de nuevo conocimiento. Al

contrario, aquellos ambientes de aprendizaje que enfatizan el transmitir conocimiento “ya elaborado”, difícilmente promueven procesos indagatorios dificultando la posterior construcción de los aprendizajes por parte de los alumnos (Programa ECBI, s/a).

3. Una mayor **comprensión acerca de la Naturaleza de la Ciencia:** entendida como la comprensión de lo que es la Ciencia, el cómo se genera y desarrollo conocimiento y cómo la Ciencia se relaciona con la Sociedad. Este aspecto, declarado como parte del concepto de competencia científica, es de especial relevancia si se pretende que los futuros ciudadanos tomen decisiones de manera informada en ámbitos sociales o personales relacionados con la ciencia (Abd-El-Khalick et al, 2004).
4. **Desarrollo de ciertas competencias transversales:** una clase basada en la indagación, normalmente implica el trabajo colaborativo de los alumnos en grupos de trabajo, lo cual, bien llevado, fomenta el trabajo en equipo. Por otra parte, el exigir al alumno expresar y fundamentar sus ideas, así como una mayor oportunidad de diálogo y debate, tanto entre alumnos como entre alumnos y profesor, desarrolla la comunicación y la capacidad de argumentar.
5. **Mayor motivación por el aprendizaje:** el presentar al alumno situaciones desafiantes y contextualizadas en su propia realidad, así como el permitirle la manipulación directa de materiales y objetos naturales, aumenta claramente la motivación por aprender.

La presencia de la indagación científica en los Planes y Programas del MINEDUC

Al revisar los Programas de Ciencia de Enseñanza Media, particularmente de Biología, sorprende el gran énfasis que se coloca en el uso de la indagación científica como metodología de enseñanza. Particularmente, en relación al Objetivo Fundamental Transversal “*Desarrollo del Pensamiento*”, común a todos los niveles de Enseñanza Media en Biología, Química, y Física, el MINEDUC declara que: “*En este marco, tienen especial énfasis las habilidades de*

investigación y el desarrollo de formas de observación, razonamiento y de proceder características del método científico, así como las de exposición y comunicación de resultados de actividades experimentales o de indagación (Programa Biología 2° Medio, p.16). Y se declara: *“La indagación a partir de auténticas preguntas originadas desde las experiencias de los estudiantes constituye la estrategia central de enseñanza que propone este programa”* (Programa Biología 2° Medio, p.10), para finalizar diciendo que: *“Con el conjunto de estas prácticas, que se repetirán en los próximos años, se irá moldeando un entendimiento de lo que es una indagación científica”* (Programa Biología 2° Medio, p.13), declaraciones que se repiten en todos los Programas de Biología.

El anexo *“Enseñando Ciencia”*, presente en todos los Programas de Biología, constituye una clara propuesta metodológica de enseñanza basada en la indagación. No obstante, la orientación indagatoria de las actividades sugeridas en los Programas es menos explícita, en general, no contempla el uso y manipulación de materiales y objetos naturales y a menudo, se limita a que el alumno haga *“indagaciones bibliográficas”* respecto de un concepto en particular.

Si bien existen desde el MINEDUC considerables esfuerzos de llevar la metodología indagatoria a las aulas de Educación Básica - particularmente a través del Programa de Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI)- a nivel de Educación Secundaria, da la impresión de que la indagación científica como metodología de enseñanza no ha ido más allá de lo declarativo, siendo una práctica poco común entre los docentes.

Posibles obstáculos en la implementación de la metodología indagatoria en las aulas de educación secundaria

Aun si se abordara la implementación de esta metodología en el aula secundaria, ésta no estaría exenta de obstáculos. Sin duda, el factor más importante para un buen resultado, es el profesor. Desde esta perspectiva, ciertas características del docente serían clave, a saber: su nivel de *competencia científica* (Windschitl;

2003; Windschitl et al, 2008, Vergara, 2006), particularmente el dominio que tenga de la disciplina y la comprensión de la naturaleza de la ciencia; su *experiencia en investigación e Indagación científica* (Abd-El-Khalick et al, 2004; Windschitl, 2003), factor claramente asociado al anterior, ya que un profesor con este tipo de experiencia probablemente tendrá una mayor comprensión de lo que es la Ciencia y cómo funciona; y las *concepciones que el docente tiene de Indagación Científica, Ciencia y Enseñanza de las Ciencias* (Abd-El-Khalick et al, 2004; Windschitl, 2003; Windschitl et al, 2008). En este último caso, la no comprensión de estos aspectos produce que a menudo los profesores entiendan la indagación científica desde un punto de vista muy procedimental, un “hacer por hacer”, dejando de lado el valor de la comprensión conceptual y la reflexión en la construcción del conocimiento por parte del alumno (Windschitl et al, 2008).

Si bien la metodología descrita anteriormente - bien entendida- ha demostrado obtener buenos resultados, tanto en el desarrollo de motivación e interés por la ciencia, así como en logro de aprendizajes conceptuales, procedimentales y actitudinales, en la práctica, no contempla de manera explícita y directa el componente afectivo del alumno. En otras palabras, la expresión y discusión de emociones y actitudes por parte del alumno, no son una parte estructural de esta metodología. De esta manera, si bien esta metodología puede desarrollar una comprensión de conceptos, procedimientos y actitudes científicas, el no explicitar estas últimas, ni anclarlas a las emociones del alumno, pudiera ser una desventaja en su aplicación.

Explorando el papel del aprendizaje experiencial y el cambio actitudinal

Entre las principales dificultades expuestas con relación al aprendizaje de las Ciencias (Pozo y Gómez, 1998; Sanmartí 2000; Quintanilla 2006) están los aspectos motivaciones y actitudinales por parte de los estudiantes y por qué no decirlo, muchas veces también de quienes enseñan. Al respecto se plantea la necesidad de hacer explícito en el currículum la formación de actitudes si lo que

se desea es trabajar sobre la modificación de éstas (Pozo y Gómez, 1998). Más allá de hacer explícitos los propósitos, lo que se requiere es trabajar precisamente el aprendizaje de actitudes, considerando este aspecto con igual énfasis que los otros, de tal modo que las propias actividades de aprendizaje incluyan metodologías explícitas para el desarrollo de actitudes y también se incorpore una práctica de reflexividad en torno a éstas. Pero, ¿Dónde están contenidas las actitudes básicas del aprendizaje científico? ¿En qué ámbitos pueden situarse?

Según Pozo y Gómez (1998), las actitudes pueden clasificarse según 3 ámbitos: Actitud Científica, Actitud hacia el aprendizaje de las Ciencias y Actitud frente a las implicaciones sociales de la Ciencia. A estos ámbitos corresponden actitudes como la curiosidad, el deseo y la satisfacción personal que puede provenir de entender y aprender acerca de la naturaleza, la actitud de respeto y cuidado por ella como sistema de soporte de la vida, la orientación al rigor, la precisión en la labor, el orden, y el cuidado. Otra actitud deseable es un espíritu crítico, reflexivo y respetuoso con respecto al conocimiento generado por las Ciencias, así como también frente la naturaleza de la ciencia y su carácter de construcción socio-histórica. A lo anterior se suman el compromiso, una actitud de búsqueda para conocer y aprender ciencias, la confianza en las propias capacidades para conocer y también las limitaciones y obstáculos, la disposición a trabajar autónomamente y a colaborar y ser colaborado. También es necesario considerar actitudes como la disposición a evaluar el impacto de las ciencias en la vida cotidiana.

Así, si en una actividad de aprendizaje uno de los aspectos que se espera es que los alumnos piensen críticamente, pues entonces será relevante no sólo indagar las actitudes de los estudiantes frente al aprendizaje de dicho contenido a nivel de la posición que toman los alumnos, por ejemplo en el continuo entre sumisión/aceptación y el desprecio/oposición total de lo expuesto/ descubierto o

construido, sino que también las actitudes del profesor frente a dicho conocimiento así como las conclusiones generadas por los estudiantes.

En general, el cambio conceptual no necesariamente implica un cambio actitudinal (Pozo & Gómez, 1998). Esto se puede explicar al definir las actitudes (Moscovici, 1984) como **disposiciones individuales e internas** frente a un **objeto** (“Actuar Científicamente”, “Aprender Ciencias” y “Implicaciones sociales de las Ciencias”) que **integran afectos, juicios, orientación a la acción y acciones concretas** despertadas en la persona frente a, por ejemplo, un contenido de aprendizaje: ¿Qué emociones experimenta el alumno frente a la exposición de las causas del calentamiento global?, ¿Experimenta una sensación de amenaza, por ejemplo?, ¿Qué ideas y juicios emite o se le vienen a la mente respecto de dichas causas?: ¿Creer o no que es cierto?, ¿Qué es lo más probable que ocurra?, ¿Bajo qué evidencia?, y en términos de orientación ¿Qué inquietudes emergen y qué se estaría dispuesto a hacer frente a ello? Luego, ¿Qué efectivamente se hace?, ¿Se actúa en concordancia con las emociones, juicios y determinaciones previas?

Existe acuerdo general en que las actitudes se adquieren y son relativamente estables, sin embargo, también se consideran susceptibles de transformar (Moscovici, 1984). Pero al ser una construcción interna, en su proceso de formación y modificación media necesariamente la experiencia e historia del individuo, dando origen a un proceso que involucra aspectos psicológicos como la interpretación y la experimentación emocional en un contexto sociocultural en el cual se está situado. Es por esto que un proceso de enseñanza abordado desde el enfoque conceptual, analítico, o incluso procedimental podría ser insuficiente. Las actitudes son necesariamente un saber situado, por lo cual su aprendizaje va más allá de un proceso comprensivo y de pasar por la experimentación del conflicto socio-cognitivo (Coll, 1996). La experiencia emocional es una parte importante del proceso de formación, lo que llevaría al alumno precisamente a incorporar prácticas o conocimientos a partir de un conflicto socio-cognitivo

explicitado, abordando las dimensiones afectivas de éste, es decir, aquello que sucede en el alumno al experimentarlo (Castro, 2000).

No obstante su importancia, el carácter emotivo del aprendizaje guarda relativa independencia de las intenciones y planificaciones docentes. Aún así éste puede ser considerado cuando tiene lugar facilitando un cambio actitudinal significativo en el aprendizaje, potenciando, por ejemplo, la disposición favorable al cambio conceptual y al aprendizaje, llegando a encontrarle sentido a esforzarse por comprender e incluso a interesarse por una futura especialización en el ámbito.

Kolb et al. (1974), planteaban que el aprendizaje experiencial posibilita un cambio interno en las personas. Su propuesta de trabajo se basa en planteamientos y experiencias de importantes autores como John Dewey, Kurt Lewin, Jean Piaget, William James, Carl Jung, Paulo Freire y Carl Rogers. Respecto del aprendizaje el autor plantea 6 principios rectores: (Kolb y Kolb, 2005):

1. Es un proceso continuo de construcción y reconstrucción de la experiencia (Dewey, 1897, en Kolb y Kolb, 2005), donde proceso y resultado son elementos integrados.
2. Se facilita mejor cuando se permite la expresión de las ideas y creencias de los propios estudiantes sobre las cuales se explora, discute y trabaja para ser reformuladas e integradas con los nuevos conocimientos.
3. En el entendido de que existen modos opuestos de adaptación al mundo, el aprendizaje requiere una resolución del conflicto que ello genera, es más: el aprendizaje es guiado gracias a estos conflictos que en este caso particular involucra los opuestos Reflexión-Acción y Sentimiento-Razonamiento.
4. Es un proceso integrado que involucra procesos perceptivos, racionales, emocionales y comportamentales.
5. Tomando como referencia a Piaget, el proceso de aprendizaje se construye a través de la sinergia entre procesos dialécticos como asimilación (nuevos

conocimientos en su estructura) y acomodación (transformación de la estructura a una nueva experiencia).

6. Al considerar el proceso de aprendizaje como una creación de conocimiento, este enfoque se contrapone con el de reproducción de conocimiento y se identifica con el enfoque constructivista, aportando también la mirada práctica del aprendizaje.

Según los antecedentes expuestos por el autor, claramente existen elementos comunes con la visión constructivista del aprendizaje y con la metodología indagatoria, pero dista de ellas al incorporar el elemento emocional en su constructo básico.

El ciclo del aprendizaje experiencial supone abordar los propósitos y contenidos de aprendizaje tomando como punto de partida una **experiencia concreta (EC)** a través del contacto directo que involucra a la persona considerando todos los sentidos. Se espera que la experiencia concreta sea utilizada como “generadora” de un nuevo conocimiento. Una vez que se ha permitido el contacto directo con una experiencia concreta, se trabaja en base a la **Observación Reflexiva (OR)** que posibilita levantar a partir de la expresión por parte del alumno lo que fue percibido, lo que equivale a un primer nivel de interpretación (lo que ocurrió, lo que se observó, lo que se sintió, los intereses e inquietudes que genera la experiencia, etc.). Esta descripción que considera no sólo las ideas y pensamientos sino también reacciones emocionales, fisiológicas, comportamentales es la que posibilita posteriormente trabajar procesos de interpretación asociados al análisis de la experiencia descrita, la interrelación de lo observado así como la abstracción y generalización mediante la fase de **Conceptualización Abstracta (CA)**. En esta fase, el resultado es el entendimiento o explicación de la experiencia concreta, donde se espera se integren no sólo explicaciones con respecto a las ideas sino también los otros aspectos involucrados en ella como los emocionales que, por ejemplo, ayudan a comprometerse con la generación de conocimiento y valorar la

importancia de éste en su formación. Finalmente y una vez que se ha logrado la abstracción, conceptualización y/o posible explicación se recurre a la fase de aplicación denominada **Experimentación Activa (EA)**, la cual es desarrollada de manera intencional y bajo criterios que los mismos alumnos van determinando con el propósito de aplicar y/o comprobar el conocimiento generado en un contexto determinado. Esto a su vez puede generar una nueva Experiencia Concreta de aprendizaje.

La consideración de los estilos de aprendizaje⁴ es clave en el aprendizaje experiencial, debido a que al reconocer las preferencias por parte de los alumnos posibilitará tener mayor claridad respecto de qué fase del ciclo de aprendizaje les es más familiar y preferible, así también en cuál podrían surgir algunos obstáculos. Cada estilo de aprendizaje se relaciona con una forma de percibir y procesar la información; de esta manera la fase de la EC sería preferidas por los estilos de aprendizaje Divergentes (Kolb y Kolb, 2005), mientras que OR por Asimiladores, CA por Convergentes y EA por Acomodadores. No obstante lo anterior, no se trata de que cada estilo es puro, rígido o privativo; cada persona compartiría rasgos de los otros estilos, de la misma manera que el proceso de aprendizaje requiere compatibilizar y tomar conciencia de los diferentes procesos involucrados (Razonar-Sentir/Asimilar-transformar) no quedarse únicamente con los procesos de razonamiento y asimilación como sucede en el caso de la enseñanza reproductiva.

Sabiendo que en la sala de clases a algunos se les hará más sencillo y familiar un momento/fase del aprendizaje, las mismas actividades se pueden organizar para tener en cuenta en qué fase se requieren implementar estrategias alternativas relativas al tiempo de trabajo, asignación de roles, uso de medios, entre otras. El enfoque experiencial es susceptible de implementar en la enseñanza de las Ciencias mediante el uso de actividades prácticas, a través de lo cual es posible

⁴ Kolb, D. propone The Kolb Learning Style Inventory. Actualmente se cuenta con la versión 3.1 (2005)

transformar los hechos de la vida cotidiana en hechos científicos escolares, y generar una experiencia de aprendizaje. Muchas veces los hechos de los que se habla en clases tienen poca relación con los contruidos cotidianamente, no pudiendo establecerse relaciones. Si bien, en común acuerdo con Castro (2000) una experiencia es fuente de conflicto socio-cognitivo, es importante recordar que en la mayoría de las ocasiones no es el experimento o la experiencia la que origina el conflicto, sino la discusión que tiene lugar al reflexionar y luego analizar lo observado y vivido contrastando las distintas interpretaciones. Tal como se ha señalado, la experiencia humana no sólo implica pensamiento, sino también afectividad y únicamente cuando se consideran en conjunto se capacita al individuo para enriquecer el significado de la experiencia.

Frente a los enfoques tradicionales de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, la implementación de una metodología del aprendizaje experiencial en las aulas de ciencias, trae consigo múltiples ventajas donde cabe destacar:

1. Posibilita **mejorar la estructura cognitiva y modifica las actitudes, valores, percepciones y patrones de conducta** de los alumnos. Esto se debe a que el alumno no desarrolla sólo su facultad cognitiva, sino que además se ve involucrado el sistema afectivo y social.
2. Da la oportunidad de que **todos participen**, ya que la experiencia es una invitación a que todos se sientan incluidos (todas las emociones son válidas).
3. Invita a la **reflexión y análisis**, haciendo evidente un fuerte componente metacognitivo.
4. Permitiría **reconstruir los acontecimientos científicos y transformarlos en experiencias directas**, haciéndoles sentir a los alumnos que la ciencia es cercana y está en todas partes.
5. Integra las dimensiones **físicas, sociales y espirituales**, aspectos relevantes para la ciencia actual, considerando que los temas valóricos y éticos ligados a la experimentación están muy presentes en nuestra cultura. Las personas se ven enfrentadas a temas como la clonación, alimentos transgénicos, proyecto

del genoma humano, enfermedades de transmisión sexual, explotación de recursos naturales, eutanasia, contaminación, entre muchos más. El enfrentarse a estos temas lleva inevitablemente a conectarse con la emoción y las relaciones con los otros.

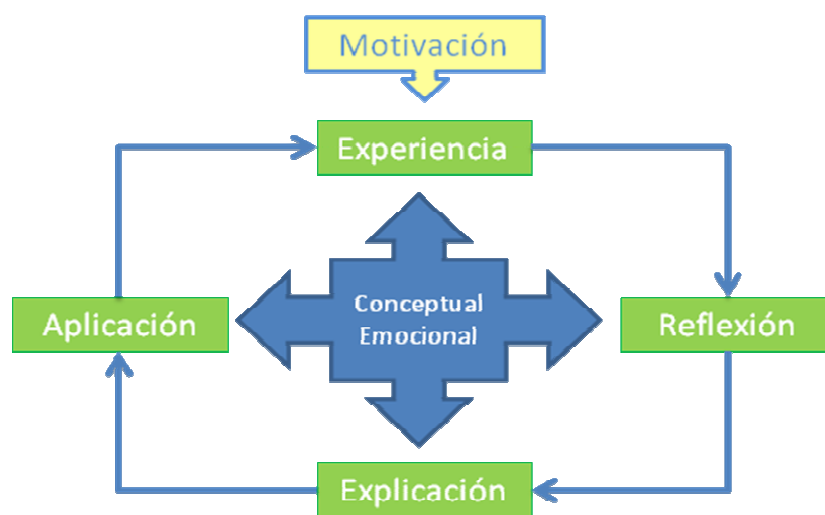
6. Aumenta la **confianza** al ser trabajada al interior de un grupo, ya que se pueden establecer relaciones emocionales en torno a la experiencia. En ciencia es importante el trabajo en equipo, y el asumir una actitud responsable frente a la investigación, ya que ésta tiene un fuerte componente de sistematización y rigurosidad.
7. Puede **generar el cambio conceptual**. El cambio conceptual visto desde esta perspectiva es mucho más cercano para una persona que aprende bajo esta metodología que para otra que trabaja desde el constructivismo. Una experiencia puede provocar un cuestionamiento profundo a través de la relación con los pares y con su sentir.
8. Fomenta la **observación**, habilidad necesaria para trabajar en ciencia. Es importante hacer notar que observar va más allá de ver. Significa el uso de todos los sentidos para captar e interpretar el fenómeno. Este ciclo de aprendizaje lo logra ya que hay una conexión con la emoción. Y sin lugar a duda que esta es la mejor manera de poder observar.

Hacia la integración de la indagación científica y el aprendizaje experiencial como propuestas de enseñanza

Desde el punto de vista curricular-chileno la formación científica básica en los subsectores de biología, química y física, se considera necesaria por varias razones (MINEDUC, 2005). En primer lugar, por el **valor formativo** intrínseco al entusiasmo, el asombro y la satisfacción personal que puede provenir de entender y aprender acerca de la naturaleza. En segundo lugar, porque las **formas de pensamiento** típicas de la búsqueda científica son crecientemente demandadas en contextos personales, de trabajo y socio-políticos de la vida contemporánea. Y en tercer lugar, porque el **conocimiento científico** de la naturaleza contribuye a

una **actitud** de respeto y cuidado por ella, como sistema de soporte de la vida que, por primera vez en la historia, exhibe situaciones de riesgo global. De lo anterior, se deduce que claramente no basta una enseñanza basada únicamente en el desarrollo y construcción de conceptos, sino más bien, se hace necesario un tipo de enseñanza que aborde, además de lo conceptual, el desarrollo de habilidades- como el pensar científicamente- y de actitudes. A partir de lo anterior, y desde el punto de vista de la integración de las metodologías planteadas anteriormente, es posible imaginar un diseño de unidades didácticas basado en el ciclo de aprendizaje de la indagación científica, que contemple significativamente el componente emocional del ciclo del aprendizaje experiencial propuesto por Kolb.

De lo anterior, se desprende la siguiente propuesta para integrar el componente experiencial-emocional del aprendizaje experiencial y la indagación científica:



El ciclo debiese tener como ejes articuladores al plano emocional y conceptual. Ambos elementos deben estar presentes siempre a lo largo del ciclo, potenciando a las demás fases. Éstas serían: (a) Experiencia: combinando la etapa de motivación/focalización de la indagación científica y la de la experiencia concreta del aprendizaje experiencial, la idea sería involucrar al alumno en una situación tal, que apele fuertemente a sus sentidos, y le permita experimentar

subjetivamente. Posteriormente esta experiencia sería explicitada, a través de preguntas como ¿Qué sentimientos me produce?, ¿Qué tan importante es esto para mí?, ¿y cómo me afecta?, a la vez que permita la explicitación y registro de concepciones que el alumno pueda tener sobre el tema. Posteriormente vendría la etapa de (b) Reflexión, caracterizada por un primer nivel de interpretación del fenómeno experimentado por parte del estudiante, focalizando su atención en lo que sintió, lo que ocurrió, las inquietudes e intereses que puede generar la experiencia, discutiendo posibles resultados discordantes y consensuando una posible conclusión. Luego está la fase (c) Explicación, etapa donde el aprendizaje logrado es aplicado en un contexto diferente, extendiendo y profundizando lo aprendido. Si bien en esta etapa, el resultado es el entendimiento o explicación de la experiencia, se espera que se integren no sólo explicaciones con respecto a las ideas sino también con las emocionales que, por ejemplo, ayudan a comprometerse con la generación de conocimiento y valorar la importancia de éste en su formación. El ciclo finalizaría con la etapa (d) Aplicación: donde se comprobaría el conocimiento generado en un contexto determinado, iniciándose una nueva Experiencia de aprendizaje, y desarrollando el ciclo una vez más. En esta última etapa cabe señalar la importancia que adquiere la contextualización y pertinencia de los aprendizajes.

El trabajo del docente por ende apuntaría a articular estos elementos haciendo referencia por una parte a las emociones, valores y actitudes involucradas en cada una de las etapas y de la relación que se ha de manifestar con la experiencia; y por otra, a la conceptualización de los fenómenos mediante la interpretación de significados por parte del propio estudiante. De esta manera, ambos elementos permitirían en los estudiantes la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes científicas pertinentes, reales y con un alto grado de comprensión y reinterpretación de los fenómenos

Finalmente, sería interesante reunir evidencia empírica respecto de la efectividad del modelo integrado de indagación y aprendizaje experiencial que incorpore dinámicas de trabajo con las necesidades, emociones, valores y actitudes de los involucrados, a fin de proponer alternativas que permitan el mejoramiento permanentemente de la calidad de la educación científica. No es desconocido que la nueva enseñanza de la ciencia demanda la utilización de nuevas metodologías que fomenten entre las ciudadanas y los ciudadanos la comprensión del mundo y su transformación.

REFERENCIAS

- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D., Hsiao-Lin Tuan (2004). Inquiry in Science Education: International Perspectives. *Science Education* 88: 397– 419.
- Abell, S., Smith, D. & Volkmann, M. (2006). Inquiry in Science Teacher Education. En: Flick, L & Lederman, N. (Eds.), Scientific inquiry and the nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education. pp: 173 – 199. Springer, Netherlands.
- Albertini, R., Cárdenas-Jirón, G, Babel, J., Díaz Véliz, G., Eyzaguirre, J., Labra, A., & Lewin, R. (2005). Enseñanza de las ciencias a nivel escolar y formación en ciencia en el pregrado universitario. En: Ureta, T., Babul, J., Martínez, S. & Allende, J. Análisis y Proyecciones de la Ciencia Chilena 2005. Academia de Ciencias. Recuperado el 03-04- 08 de: <http://www.academia-ciencias.cl/?module=investig>.
- Alberts, B. (2008). Considering Science Education (Editorial). *Science* 319, 21 de Marzo, 2008.
- Castro Eduardo (2003) Enfoque de la enseñanza de la ciencia en el nuevo curriculum de la educación nacional. Revista Extramuros Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. Ejemplar Número 2. Recuperado el 19-08-08 de http://www.umce.cl/revistas/extramuros/extramuros_n02_a07.html
- Castro, M. (2000) *Formación Empresarial, Metodología FUNDES*. Chile: McGraw Hill
- Coll, C. (1996) *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*. Buenos Aires: Paidós Educador.
- García-Huidobro & Cox, C. (1999). *La reforma educacional chilena: capítulo I: La reforma educacional chilena 1990-1998, visión de conjunto*. Madrid, España: Popular
- Gil, D. y Vilches, A. (2001) Una alfabetización científica para el siglo XXI. *Investigación en la Escuela*. 43: 27. 37.
- González E. (2003) Modelos Pedagógicos, las mediaciones curriculares y las estrategias didácticas”. Recuperado el 17-05-06 en <http://www.cinterfor.org.uy>
- IAP: Inter Academy Panel on International Issues (2006). Report of the Working Group on International Collaboration in the Evaluation of Inquiry-Based Science Education (IBSE) programs
- Kolb D, Rubin I, McIntyre J. (1974) *Psicología de las organizaciones: problemas contemporáneos*. (1º Edición). México:Prentice-Hall
- Kolb, A & Kolb, D. (2005) The Kolb Learning Style Inventory—Version 3.1. 2005 Technical Specifications Experience Based Learning Systems, Inc. Case Western Reserve University
- Macedo, B. y Katzkowicz, R. (2005) Alfabetización científica y tecnológica: Aportes para la reflexión. Publicación digital de OREALC/UNESCO Santiago. Recuperado el 03/05/06 de http://www.unesco.cl/medios/alfabetizacion_cientifica_tecnologica_aportes_reflexion.pdf

- MINEDUC (2005) Objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios de la Educación Media recuperado el 18-08-08 de <http://www.curriculum-mineduc.cl/docs/mediGene/marcocurriculardeeducmedia.pdf>
- Moscovici S. (1984) *Psicología Social I: Influencia y cambio de actitudes, individuos y grupos*. Barcelona: Paidós
- NRC: National Research Council (2002). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, D.C.: National Academy Press
- OECD (2006). Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A framework for PISA 2006. Recuperado el 20-12-2006 de <http://www.oecd.org/dataoecd/63/35/37464175.pdf>
- Perinat, A. (2004). *Conocimiento y educación superior. Nuevos horizontes para la Universidad del siglo XXI*. Madrid: Paidós Iberoamérica S.A
- Pozo, J. & Gómez Crespo, M. (1998) *Aprender y Enseñar Ciencia*. Madrid, España: Morata
- Programa de Biología 2º año medio (2004) Programa de Estudio. Recuperado el 03-09-08 de <http://www.educarchile.cl/Userfiles/P0001/File/Biologiasm.pdf>
- Programa ECBI. En Internet bajo: www.ecbichile.cl. Recuperado el 20-03-07
- Quintanilla (2006). Capítulo I: Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia. En: *Enseñar Ciencias en el Nuevo Milenio, retos y propuestas*. Santiago, Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Quintanilla, M. (2000) Bases epistemológicas y didácticas del curriculum en Ciencias biológicas. Extracto de la Conferencia presentada en el Primer Seminario Taller en Didáctica de la Biología Valparaíso, 26 y 27 de septiembre del 2000. Recuperado el 20-06-2008 de <http://ejb.ucv.cl/gmunoz/seminariodidactica/archivos/quintanilla/quintanilla.PDF>
- Sanmartí N. (2002) *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid, España: Síntesis S.A.
- Santibáñez, E. (1995) *¿Cómo aprenden los adultos?* Santiago, Chile: Ediciones CIDE
- Schiefelbein E. & Zúñiga R. (2001) *El Syllabus: Viviendo un aprendizaje autónomo*. París, Francia: Editorial UNESCO.
- Schwartz, R. & Crawford, B. (2006). Authentic Scientific Inquiry as Context for Teaching Nature of Science. En: Flick, L & Lederman, N. (Eds.), *Scientific inquiry and the nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education* (pp. 389 – 425). Netherlands: Springer
- UNESCO- ICSU (1999) Declaración de Budapest. Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso. Recuperado el 12-01-07 de <http://www.oei.es/salactsi/budapestdec.htm>
- Vergara, C. (2006). Concepciones de los profesores de Biología sobre la enseñanza y el aprendizaje, entre el discurso y la práctica. Tesis presentada a la escuela de educación de la Pontificia Universidad Católica para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Educación. Santiago-Chile

- Windschitl, M. (2003). Inquiry Projects in Science Teacher Education: What Can Investigative Experiences Reveal About Teacher Thinking and Eventual Classroom Practice?. *Science Education* 87: 112-143
- Windschitl, M., Thompson, J., Braaten, M. (2008). Beyond the Scientific Method: Model-Based Inquiry as a New Paradigm of Preference for School Science Investigations. *Science Education* 1 – 27, 2008

Fecha de Recepción: 10-09-2008

Fecha de Aceptación: 30-09-2008

DATOS DE LOS AUTORES:

Corina González Weil, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Correo Electrónico: corina.gonzalez@ucv.cl

Carolina Martínez Galaz, Universidad Metropolitana Ciencias de la Educación

Correo Electrónico: cpmartinezagalaz@yahoo.com

María Teresa Martínez, Universidad Metropolitana Ciencias de la Educación

Correo Electrónico: maite.martinezlarrain@gmail.com