



I Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias
Experimentales

DESAFÍOS DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA HOY

Formar sujetos competentes para un mundo en permanente transformación

Comunicaciones Orales - Grupo 11

Uso de modelos para la Investigación y la enseñanza de las ciencias desde diferentes perspectivas y acepciones, y algunos temas transversales.

EL PAPEL DE LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES EN LA CIENCIA ESCOLAR COMO MEDIO PARA LOGRAR EL CAMBIO CONCEPTUAL EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

Manuel Ramírez Panatt

Pontificia Universidad Católica de Chile.

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

RESUMEN

La realización de actividades de laboratorio con estudiantes se ha considerado históricamente, principalmente desde la comunidad docente, como una herramienta que logra mejorar los aprendizajes de los alumnos en ciencias. En este artículo se realiza un análisis crítico de esa postura y se contrasta con diversas teorías del cambio conceptual y el aprendizaje de las ciencias mediante la experimentación en la escuela. Finalmente se propone una visión centrada en la reflexión de los estudiantes, orientada por el docente, más que en las estrategias experimentales en sí, estableciendo al primero como el par obligatorio para cualquier estrategia didáctica que busque lograr el cambio conceptual.

Palabras clave: Cambio conceptual, experimentación escolar, aprendizaje de las ciencias.

Keywords: Conceptual change, experimentation in school, science learning

Palavras-chave: Mudança conceitual, experimentação escolar, aprendizagem das ciências

ABSTRACT

The realization of laboratory activities with students has historically been considered by the teaching community to be a tool that improves student learning in science. This article provides a critical analysis of this position and contrasts this with diverse theories of conceptual change and learning in the sciences through experimentation in school.

Finally, it presents a vision centered in the reflection of the students, guided by the teacher, rather than in the actual experimental strategies, establishing the former as the required pair for any didactic strategy seeking to achieve conceptual change.

INTRODUCCIÓN

En la enseñanza de las ciencias a nivel escolar, e incluso en la formación universitaria, los estudiantes chilenos son continuamente empapados de innumerables actividades experimentales que tienen como finalidad favorecer el proceso de apropiación de los diversos conceptos y metodologías de la ciencia. Desde la perspectiva del profesor, en general se utiliza el mismo fundamento para justificar la ejecución de experiencias de laboratorio con los estudiantes.

Desde una mirada colectiva y muy superficial, esta acción no evidencia contraindicaciones, no supone inconvenientes en el aprendizaje de las ciencias, ni produce grandes diferencias o discusiones pedagógicas entre docentes en cuanto a lo adecuado o no que pudiese ser para mejorar los aprendizajes de los alumnos o lograr el cambio conceptual en ciencias, pues es prácticamente una idea instalada en toda la comunidad de profesores de ciencias lo positivo y beneficioso que pueden llegar a ser las actividades de laboratorio (Hodson, 1994).

En el marco de estos supuestos es sencillo conjeturar, más aún desde la perspectiva de la comunidad docente, que la experimentación en la escuela constituye una *necesidad* para lograr el aprendizaje de las ciencias o, en otras palabras, para lograr el cambio conceptual. Sin embargo, basta una breve búsqueda bibliográfica para descubrir que estos fundamentos son sólo supuestos pues no existen evidencias empíricas suficientes ni concluyentes que lo avalen (Tenreiro-Viera y Marques, 2006), de esta forma surge el cuestionamiento de esta afirmación.

¿Son realmente las actividades de laboratorio propuestas didácticas *necesarias* para lograr el cambio conceptual en ciencias?, si lo fuesen el problema de la búsqueda de estrategias para la enseñanza de las ciencias tendría una clara orientación. Más aún, ante el panorama que muestra la investigación en didáctica de las ciencias, surgen nuevas y más complejas preguntas. ¿Es la experimentación un medio que tan sólo *favorece* el aprendizaje de las ciencias en mayor medida que otras estrategias de enseñanza? o siendo aún más atrevido, ¿son *innecesarias* o incluso perjudiciales las actividades experimentales para el aprendizaje de las ciencias? Ante estas nuevas interrogantes la propuesta pedagógica de la experimentación en el aula deja de ser una solución obvia para la búsqueda de estrategias que favorezcan el cambio conceptual en ciencias y, de hecho, se convierte en un objeto de estudio interesante para abordar desde otro punto de vista el problema de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. En este contexto, en este artículo se presenta desde una postura crítica una revisión bibliográfica en relación a la

enseñanza de las ciencias a través de la experimentación, como medio para lograr el cambio conceptual.

EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS Y EL CAMBIO CONCEPTUAL

El cambio conceptual desde que se popularizó en la década de los 80 con los estudios de Poster y otros (1982) ha venido formando parte de múltiples investigaciones en didáctica de las ciencias tanto como objeto de estudio como medio para estudiar otros elementos del proceso enseñanza-aprendizaje-disciplina. Tanto se ha escrito en este respecto que ha surgido una enorme cantidad de investigación que profundiza la idea de cambio conceptual (Moreira y Greca, 2003), sin embargo estos se pueden clasificar, a grandes rasgos, en cuatro categorías elementales resultantes de la intersección entre la visión de cambio conceptual como proceso o reemplazo y la postura de cambio cognitivo o epistemológico que puede significar el mismo (Flores, 2004).

En particular, la visión que se comprende en este artículo de cambio conceptual es más próxima a las intenciones de Vosniadou (2003), entendiéndolo más como proceso que como reemplazo y desde un punto de vista más cognitivo (pero complejo pues también incluye aspectos procedimentales y actitudinales) que epistemológico. En definitiva, el cambio conceptual se comprende como un proceso de cambio, de incorporación y/o de reasignación de conceptos a una teoría de base que maneja cada individuo (no necesariamente experto) y que utiliza para explicar el mundo que lo rodea (Vosniadou, 2003).

En particular, a este proceso gradual de cambio, desde una teoría ingenua hacia una teoría científica es a lo que entendemos como aprendizaje de las ciencias. En síntesis, consideraremos al cambio conceptual como una medida del aprendizaje de las ciencias.

UNA JUSTIFICACIÓN PENDIENTE

En base al análisis introductorio y a lo fundamental que resulta ser la experimentación de los estudiantes para la elaboración de planificaciones, planes y programas educacionales de ciencias para el Ministerio de Educación chileno y gran parte de la comunidad de profesores de ciencias del país, la propuesta a examinar se configura de una manera más crítica hacia el trabajo de laboratorio en sí. En particular porque la investigación en la enseñanza de las ciencias no evidencia ningún tipo de relación que beneficie al cambio conceptual de ninguna concepción científica respecto de las experiencias de laboratorio con alumnos. Por ello, pienso que se convierte en una necesidad trascendente el discutir el papel que juega la experimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las nociones y conceptos científicos, específicamente en el logro del cambio conceptual, ya sea mediante el conflicto cognitivo o por un cambio gradual (proceso) de los distintos

aspectos de las teorías científicas ingenuas (o teoría base) de los estudiantes.

Más interesante se posiciona esta discusión cuando consideramos que los objetivos fundamentales que plantea el marco curricular nacional propuesto por el MINEDUC¹ establecen que “*el aprendizaje de la ciencia debe ser un proceso activo en el cual la investigación y la resolución de problemas ocupan lugares centrales (...) estas actividades de investigación y experimentación son decisivamente más ricas en términos de aprendizaje*” (2005, p. 123), siendo este hecho algo que la investigación didáctica no ha determinado de forma concluyente.

A mi juicio, la realización de actividades experimentales constituye una propuesta didáctica atractiva y potencialmente muy provechosa y beneficiosa para la apropiación de los conceptos y el logro del cambio conceptual mediante el conflicto cognitivo o alguna otra estrategia que puede generar la evidencia empírica contrastada con las creencias previas y el logro progresivo en el tiempo de reasignaciones en las teorías base de los sujetos. Sin embargo, esto no significa que por el sólo hecho de estar presente en la planificación de la enseñanza de un grupo de estudiantes estos logren los aprendizajes esperados. Pienso que la reflexión del estudiante, orientada por el trabajo minucioso del docente, se posiciona como la herramienta principal para lograr el cambio conceptual y la aprehensión de los conceptos científicos. De esta forma, la experimentación, sea directa por parte del estudiante o indirecta mediante una demostración o una simulación, cobra sentido sólo en el momento que es producto, y a la vez materia prima, de dicha reflexión. En este sentido, Carrascosa et al (2006) plantean la visión de la experimentación escolar bajo una perspectiva que llaman *investigación orientada* como medio para lograr los aprendizajes que históricamente se cree en la comunidad docente, siempre han entregado simplemente las actividades experimentales per sé.

Con el desafío de justificar esta tesis, analizaremos en los párrafos siguientes la influencia que pudiese tener la implementación de las actividades de laboratorio en la instrucción científica de nuestros estudiantes por medio del análisis crítico de las creencias de los profesores de ciencias y las posturas contrapuestas de diversos autores, finalizando con una síntesis y propuestas propias en relación al problema.

CREENCIAS DEL PROFESORADO

Para iniciar este análisis comenzaremos por evidenciar cuáles son los motivos que llevan a la comunidad docente a aprobar el trabajo experimental como herramienta útil y eficiente para lograr el aprendizaje de conceptos científicos. Al respecto Hodson (1994) plantea que dichas razones pueden ser muy variadas pero que, a grandes rasgos, se pueden reunir en cinco categorías generales. Dichas categorías plantean que los

¹ Ministerio de Educación del Gobierno de Chile

profesores piensan que con las actividades de experimentación en la escuela, los estudiantes: a) se motivan, b) aprenden técnicas de laboratorio, c) mejoran el aprendizaje de conceptos, d) conocen y utilizan el método científico y e) desarrollan actitudes científicas.

En relación al punto a), pienso que no es atribuible a la realización de actividades experimentales en sí mismas, la motivación que se produzca en los estudiantes hacia las ciencias fácticas, este hecho puede deberse a lo novedoso y distinto de una experiencia de laboratorio por sobre la enseñanza tradicional recibida por nuestros alumnos o el hecho de que se tiene la oportunidad de practicar metodologías de aprendizaje más activas (Hodson, 1994) más que a la experiencia de laboratorio en sí. Por lo tanto, ¿resulta **necesaria** la actividad experimental para motivar a nuestros estudiantes?, sostengo que no, con estos argumentos no hacemos más que posicionarla como una herramienta más (entre otras posibles) que puede lograr este objetivo, tanto como el recurrir a una experiencia cotidiana de nuestros alumnos, realizar trabajo en equipos, implementar demostraciones frontales a través de clases interactivas demostrativas (Sokoloff, 2006), simulaciones computacionales, etc. Bajo este argumento de los docentes no resulta ser entonces trascendental la experiencia de laboratorio para motivar y, con ello, mejorar el aprendizaje de las ciencias.

Respecto a los puntos tanto b) como d), éstos tienen su evidencia en el hecho mismo del desarrollo de actividades experimentales. Tanto las técnicas de laboratorio como la utilización del método científico (que según Bunge (2004) incluye la contrastación empírica de las hipótesis científicas) son, a mi juicio, actitudes y aptitudes que se fortalecen únicamente con el desarrollo de estas experiencias pues, las técnicas experimentales (de manejo de materiales y montaje de experimentos) y la justificación de ellas, sólo pueden fomentarse en un entorno propicio que favorezca diversas habilidades motoras y cognitivas de forma paralela, dicho ambiente no es otro que el laboratorio mismo con estudiantes realizando diversos experimentos. Sin embargo, la problemática que se discute en este artículo no se centra en la necesidad de las actividades de laboratorio para lograr el desarrollo de técnicas o habilidades experimentales en sí, más bien en el cómo éstas se constituyen como un medio para lograr el cambio conceptual, lo que, en mi experiencia docente, no se ve necesariamente fortalecido en estudiantes que puedan realizar muy bien un montaje experimental, ejecuten los procedimientos experimentales a la perfección o comprendan y justifiquen de buena forma este aspecto de la ciencia (desde alguna perspectiva epistemológica concreta).

Por otra parte, el planteamiento del punto e), que propone que los profesores piensan que con estas actividades los estudiantes desarrollan actitudes como “*la consideración [de] las ideas y sugerencias de otras personas, la objetividad y la buena disposición para no emitir juicios apresurados*” (Hodson, 1994, p. 300). Pienso que, al igual que en los argumentos anteriores, estas actitudes son posibles de desarrollar también a través de otras

actividades didácticas (Sanmartí, 2002). Es decir, no necesariamente son las experiencias de laboratorio las que promueven actitudes científicas en los alumnos, el trabajo reflexivo individual y en grupo también podría ser una estrategia incluso más provechosa para dicho objetivo.

Por otro lado, me atrevo a afirmar que la idea de que la ejecución de actividades experimentales en la escuela favorece el desarrollo de actitudes científicas puede provenir directamente desde la visión epistemológica de las ciencias fácticas, donde la realización de experimentos tiene una jerarquía enorme, de hecho, *constituye el único criterio de verificación de las hipótesis científicas* y sin ello no sería posible la construcción de un cuerpo de conocimientos sólido (Bunge, 2004). Sin embargo, pienso que esto no hace evidente que la actividad experimental tenga la misma importancia en la enseñanza de una disciplina científica como la física, la química o la biología. A mi juicio, *la experimentación como elemento fundamental en las ciencias no se transpone necesariamente de la misma forma a las enseñanzas de las ciencias*, para llegar a esta afirmación se requiere de argumentos sustentados y originados a partir de la investigación en la didáctica de las ciencias y no a partir de la idea colectiva de que “haciendo comprendo” que comúnmente se evidencia en las comunidades docentes. El entendimiento del fenómeno del aprendizaje de las ciencias o del cambio conceptual es bastante más complejo.

En definitiva, el único planteamiento que argumenta la comunidad docente que justificaría la experimentación en la escuela como medio trascendente para lograr el aprendizaje conceptual de las ciencias sería el punto c) *mejoran el aprendizaje de conceptos*. La discusión de esta propuesta es precisamente la aspiración de este artículo.

DIVERGENCIAS Y TENSIONES EN LA ACADEMIA

En la búsqueda de teorías, investigaciones y propuestas respecto de la importancia que se le asigna a la experimentación en la escuela como medio para lograr el aprendizaje científico, se proponen, al menos, dos corrientes opuestas que dan argumentos a favor y en contra de este hecho.

La primera de ellas es la que posiciona al aprendizaje activo (Schwartz y Pollishuke, 1998) como la propuesta más prometedora en términos de aprendizaje significativo y, por lo tanto, la experimentación juega un papel crucial en la forma de comprender los conceptos científicos. Desde esta postura Sokoloff plantea que ante la enseñanza tradicional, entendida ésta como la postura del profesor como único hablante donde los estudiantes no intervienen en términos prácticos en su propio proceso de enseñanza, “*los alumnos no aprenden eficientemente, ni siquiera ante las más lúcidas explicaciones del docente*” (2006, p. 4).

La otra vertiente plantea, con Driver (1994) como uno de sus principales exponentes, que

la experimentación no hace más que confirmar las predicciones que son, por lo general, visiones alternativas de la realidad pues los sujetos tan sólo ven las características que ya conocen o creen conocer al observar y vivir una experiencia (basados en sus teorías base creadas a lo largo de su vida y construidas desde sus propias experiencias). Esta postura se refuerza en los estudios más recientes sobre el cambio conceptual (Chi (2003), Vosniadou (1994, 2003)), donde se plantea que se requiere mucho más que un conflicto cognitivo para lograr el mismo pues los estudiantes tienden a mantener sus ideas previas. En otras palabras, las concepciones alternativas y/o los errores conceptuales enmarcados en una teoría base de cada sujeto, al estar construidas de forma significativa desde una concepción ausbeliana, terminan siendo prácticamente imposibles de borrar y, por lo tanto, de reemplazar. De esta forma entonces, ¿es la experimentación perjudicial para el aprendizaje de las ciencias?, si *“las personas, con la experimentación, acostumbran a validar las teorías preconcebidas o puntos de vista, más que descubrir otros o generar conflictos cognitivos”* (Sanmartí, 2002, p. 128) entonces no permitiría un cambio conceptual adecuado y de esta forma, perjudicaría el aprendizaje significativo de las ciencias.

Respecto de las dos posturas, los argumentos y las evidencias planteadas son muy convincentes, sin embargo pienso que en ambas propuestas, desde su concepción más pura, se dejan de considerar dos puntos a mi juicio trascendentales. El primero de ellos es que los estudiantes tienen distintos estilos de aprendizaje o formar favorables de comprender el mundo, hacia finales de los 70's Rose planteaba que las personas pueden utilizar distintas formas de conocer preferentemente la realidad y por lo tanto, de aprender. Esta forma de representación puede ser visual, auditivo o kinestésico (Varela, 2006), en base a esto entonces no podemos decir, a priori, que nuestros estudiantes aprenden conceptos científicos únicamente utilizando técnicas experimentales, o únicamente escuchando a un profesor o leyendo un documento, pues debe considerarse que cada alumno tendrá diferencias en la forma de apropiarse de la realidad y esas diferencias suponen distintas estrategias de enseñanza para con ellos. Sin embargo ¿tendrán algo en común dichas estrategias de enseñanza de tal forma que las podamos hacer más eficientes?

En segundo lugar, pienso que en ambas posturas la mirada de la actividad experimental esta algo descontextualizada, es decir, en la visión extrema de aprendizaje activo se plantea la experimentación como la única forma para producir aprendizaje significativo, sin embargo la reflexión y la guía de un docente en momentos determinados es crucial para encajar las piezas que pudiese revolver la nueva experiencia en el sistema cognitivo del estudiante. De ésta forma toma relevancia la actividad reflexiva con el docente o con pares de forma previa, posterior y durante la experiencia pues ésta puede ser determinante para la construcción cognitiva y el cambio en la teoría base que cada individuo maneje logrando el anhelado cambio conceptual.

Por otro lado, pienso que la visión que postula que la experimentación no hace más que reafirmar las ideas previas es un tanto extrema en el sentido que la propone bajo ciertos parámetros un tanto reduccionistas. En otras palabras, un estudiante ve lo que quiere ver en la medida que no se le propone una estrategia desafiante que guíe su pensamiento hacia conflictos con su conocimiento previo o genere en él la necesidad de producir un nuevo conocimiento, la necesidad de aprender.

En síntesis, la experimentación en la escuela por tanto no presenta un obstáculo para el aprendizaje de conceptos científicos, pero tampoco debe suponer tan solo un experimento que realizar, sino que éste tiene que verse acompañado por la *reflexión asistida* del estudiante con sus compañeros y con el profesor tanto antes, como durante y después de la experiencia. Es decir, si se elabora una propuesta didáctica que contenga actividades de laboratorio, entonces la reflexión orientada y la experiencia de laboratorio (o *investigación orientada* en palabras de Carrascosa et al (2006)) deben considerarse como dos elementos inseparables. Más aún, *para cualquier estrategia didáctica debiera considerarse la reflexión orientada como el par obligado*, pues no tiene sentido hacer cientos de actividades con el propósito de lograr el cambio conceptual sino consideramos el ingrediente principal que lo provoca; la reflexión del sujeto en torno a una determinada situación, un determinado concepto o una idea específica.

¿SUFICIENTE, NECESARIO O INTRASCENDENTE?

A pesar de los argumentos presentados, sigue sin estar aceptada la propuesta de la experimentación escolar como necesaria o tan sólo como más eficiente que otras estrategias didácticas para el aprendizaje de las ciencias, como lo indica el marco curricular chileno (MINEDUC, 2005).

Respecto de esta interrogante vale la pena entonces discutir sobre los inconvenientes que la propuesta de la experimentación puede producir. Entre ellos podemos encontrar problemas como los costos asociados a los materiales a utilizar, los recursos de material humano restringidos de los que se dispone en una escuela, entre muchos otros inconvenientes prácticos que podría nombrar, sin embargo, no me parece que éstos problemas sean meritorios de análisis pues el enfoque de este artículo es hacia lo que estrictamente interfiere en la apropiación de conceptos científicos, si bien estos impedimentos existen en toda institución escolar, prefiero centrarme en un problema directamente relacionado con el fenómeno del aprendizaje y la cognición de los estudiantes.

Una de las dificultades más importantes al realizar una actividad experimental es el hecho que los alumnos entran en contacto con artefactos y técnicas de laboratorio con

las que no tienen, ni tendrán, ninguna cercanía en sus experiencias cotidianas (Rosado y Herreros, 2005) y por lo tanto, su atención se dirige hacia otros factores que no necesariamente aportan a la comprensión del concepto científico que se está trabajando. En este sentido concuerdo con Hodson en la idea de que no es adecuado exponer a los estudiantes a múltiples factores que contribuirán a desarrollar habilidades que no están relacionadas con el concepto a tratar cuando estos interfieren o tan solo distraen la total atención del objetivo que como profesor quiero lograr. Así, en ocasiones puede hacerse necesario recurrir a otras instancias alternativas al trabajo experimental o atenuadoras de las distracciones que éste pudiese presentar, tales como “*el premontaje de aparatos, la demostración del profesor o la simulación con ordenador*” (Hodson, 1994, p. 301). Pienso que la falta de algunas habilidades que se pueden desarrollar a partir del trabajo experimental (como el manejo de instrumentos de laboratorio) no establece ninguna limitante para el logro del cambio conceptual.

En cierta medida, creo que hacer ciencia, en el sentido de utilizar metodologías de experimentación, proporciona a los alumnos quizás la visión más amplia e intensa de la investigación científica propiamente tal, pero en ninguna medida esto garantiza que no sea posible alfabetizar a nuestros estudiantes enfocándose en el cambio conceptual sin este acto. En mi opinión, *la experimentación científica en la escuela no es suficiente y ni siquiera es necesaria para lograr el aprendizaje de conceptos científicos*, se constituye más bien como un medio, una buena herramienta, que bajo ciertos parámetros (*p.e.* incorporando la reflexión asistida o la investigación orientada (Carrascosa, 2006)) puede ser muy provechosa para lograr dicho objetivo.

En este sentido Séré (2002) plantea que los trabajos prácticos debiesen orientarse hacia objetivos distintos a los conceptuales, pues estos desarrollan otro tipo de habilidades (métodos, procedimientos y juicios) que si bien contribuyen, no son estrictamente necesarios y decisivos para la adquisición de conceptos, modelos o razonamientos científicos. Sin bien, ella propone que las habilidades que desarrollan los trabajos prácticos (TP) complementan el aprendizaje conceptual de las ciencias, éstas debiesen ser sustento (en el mismo sentido que la naturaleza de las ciencias) para las habilidades conceptuales. De esta forma, una buena propuesta sería entonces utilizar los TP para iniciar las unidades de enseñanza de las ciencias como medio para incentivar y justificar procedimientos y métodos que permitan juzgar la pertinencia de un determinado experimento, pero la profundización conceptual de la ciencia podría desarrollarse mediante cualquier otra estrategia didáctica que se complemente con la reflexión orientada y permanente por parte del estudiante.

IMPLICANCIAS PARA LA CLASE DE CIENCIAS

Lo importante que resulten ser las actividades experimentales, en definitiva, dependerá

de que la experiencia en sí; la toma de datos, el montaje y el procedimiento experimental sean originados desde la reflexión previa respecto de una interrogante; y los resultados, su análisis y las conclusiones sean materia prima para consecuentes reflexiones (Castiblanco y Vizcaíno, 2008). Por lo tanto, la experiencia de laboratorio por sí sola no define una buena o mala estrategia didáctica sino que es ésta última la que, planificada e implementada consistentemente desde la teoría y la práctica, le da jerarquía a la experiencia como medio para aprender los conceptos científicos.

De esta forma, no es suficiente con promover en el profesorado que en su enseñanza desarrollen propuestas didácticas basadas en que los estudiantes realicen experimentos, sino que pienso que se debe incentivar a los docentes para que en sus clases utilicen adecuadamente las actividades de laboratorio (u otras estrategias didácticas) como insumo para dos objetivos principales:

Primero, conocer las ideas previas de sus estudiantes (las teorías base), a través de la reflexión previa (predicción), para que ellos mismos las reconozcan y socialicen con sus compañeros y para poder diseñar estrategias que nos permitan construir sobre ellas el conocimiento científico de la mejor forma posible.

Segundo, provocar la reflexión científica antes (predicción o hipótesis y formulación o diseño experimental) y durante el experimento para de esta forma promover, con ello, discusiones que posibiliten generar/construir/reformular/reasignar las teorías y conceptos científicos por medio de la reflexión posterior de la actividad experimental (*no comprobarlos* como se hace usualmente).

En este sentido, la propuesta para la enseñanza que se configura es centrar cualquier estrategia didáctica (incluyendo los TP) en lograr estos dos objetivos previos. Esto es respondiendo a que la finalidad más importante que buscan las estrategias de enseñanza, desde la perspectiva discutida en este artículo, debe ser el logro del cambio conceptual y no la experiencia en sí misma como suele confundirse.

REFLEXIONES FINALES

La reflexión central abordada en este artículo es sin duda una controversia permanente en la investigación didáctica actual. A la luz de la revisión bibliográfica realizada se evidencia este hecho, pero también se aproxima hacia una orientación más centrada en la reflexión permanente del estudiante en el proceso de aprendizaje de las ciencias más que en la implementación de alguna estrategia didáctica en sí misma. De esta forma, no se desmerece en ninguna medida los TP como medio de enseñanza, es más, éstos pueden llegar a ser de las mejores estrategias de enseñanza para el aprendizaje significativo de las ciencias. Sin embargo, el diseño de estas propuestas para lograr dicho objetivo debe tener como pilar central al estudiante y a los procesos cognitivos que éste pudiera desarrollar al

participar de ésta o cualquier otra estrategia.

La ejecución de actividades experimentales en la escuela, de considerarse los puntos anteriormente tratados, no traería consigo tan solo una ayuda a la apropiación adecuada de conceptos científicos, sino que también aportaría en el desarrollo de habilidades propias del trabajo de laboratorio como la elaboración y montaje de procedimientos experimentales o el manejo de instrumentos de laboratorio, aptitudes que no necesariamente son fundamentales para lograr el cambio conceptual en ciencias. Por ello, y poniendo atención en las nuevas posibilidades que nos brindan las tecnologías de la información y la comunicación, pienso que la consideración de laboratorios virtuales como una herramienta tanto o más potente que los laboratorios reales no es una idea absurda ni mucho menos exagerada, sino que se instala con una potencialidad tremenda en términos del aprendizaje significativo de los conceptos científicos que éstos pueden favorecer.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bunge, M. (2004). *La investigación científica: su estrategia y su filosofía*, Siglo XXI editores, México.
- Castiblanco, O. & Vizcaíno, D. (2008). La experiencia del laboratorio en la enseñanza de la física. *Revista de Educación en Ingeniería*, 5, pp. 68-74.
- Chi, M.T.H. & Roscoe, R.D. (2003). *The process and challenges of conceptual change*. En: Limón, M. & Mason, L. *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice*, Kluwer Academic Publishers, London. pp. 3-27.
- Carrascosa, J. et al (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(2), pp. 157-181.
- Driver, R. et al (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom, *Educational researcher*, 23(7), pp. 5-12.
- Flores, F. (2004). El cambio conceptual: interpretaciones, transformaciones y perspectivas, *Enseñanza de la Química*, 15(3), pp. 256-269.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio, *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), pp. 299-313.
- Moreira, M. A., Greca, I. M. (2003). Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo, *Ciencia y Educación*, 9(2), pp. 301-310.
- MINEDUC (2005). *Marco Curricular de la Educación Media, Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Media*, Santiago, Chile.

- Posner, G. et al (1982). *Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change*, *Science Education*, New York, 66, pp. 211-227.
- Rosado, L. & Herreros, J.R. (2005). Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física, *Recent Research Developments in Learning Technologies*. pp. 1-5.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*, Editorial Síntesis, Madrid, España.
- Schwartz, S. & Pollishuke, M. (1998). *Aprendizaje activo: una organización de la clase centrada en el alumnado*, traducción de Pablo Manzano, Narcea, S.A., Madrid, España.
- Séré, Marie-Geneviève (2002). La enseñanza en el laboratorio. ¿qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y actitudes hacia la ciencia?, *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3). pp. 357-368.
- Sokoloff, D. et al (2006). *Manual de Entrenamiento ALOP, 'Active Learning in Optics and Photonics'*, UNESCO.
- Tenreiro-Viera, C. & Marques, R. (2006). Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(3). pp. 452-466.
- Varela, M. (2006). Estilos de Aprendizaje, *Mensaje Bioquímico*, 30, México, DF.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change, *Learning and Instruction*, pp. 45-69.
- Vosniadou, S. (2003). *On the nature of naïve physics*, in Limón, M and Mason L., (editors) *Reconsidering Conceptual Change: Issues in Theory and Practice*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holanda, pp. 61-76.

Manuel Ramírez Panatt

Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales G.R.E.C.I.A.,
Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

ramirezpanatt@ug.uchile.cl