



Universidad Abierta Interamericana

Facultad de Ciencias de la Educación y Psicopedagogía

**Trabajo Final de carrera del Profesorado Universitario para la Educación
Secundaria y Superior**

Del cambio conceptual al cambio representacional en la obra de J. I. Pozo y su
implicancia en la didáctica de la ciencia.

Alumno: Facundo Julián Illobre.

Sede: Lomas.

Febrero 2021.

“Si tuviera que reducir toda la psicología educativa a un solo principio enunciaría este: el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente”.

David P. Ausubel.

Resumen

El objetivo central de este trabajo, de carácter teórico, fue explorar las implicancias en la didáctica de la ciencia que emergen frente al pasaje del concepto de cambio conceptual al cambio representacional en la obra del psicólogo español Pozo. A través del análisis de los modelos de cambio conceptual y cambio representacional, tanto en la obra de Pozo como en investigaciones centrales en la temática, se desarrollaron de manera comparativa las implicancias didácticas de uno y otro proceso. Como resultado de esta exploración teórica, el cambio representacional presenta profundas diferencias con incidencias concretas en la didáctica de la ciencia frente al cambio conceptual. Mientras que los modelos clásicos del cambio conceptual pugnan por erradicar el conocimiento previo de los alumnos -sus teorías implícitas- el cambio representacional propone que el docente debe enseñar una multiplicidad de modelos representacionales, los cuales deberán ser integrados, contextualizados y jerarquizados por los alumnos. Bajo este proceso, la figura del docente encuentra un nuevo valor, mientras que los componentes activos del alumno en relación a su aprendizaje se ven potenciados. Debido a que Pozo no ofrece estrategias didácticas concretas para llevar a cabo este proceso en las aulas, se propone que el diálogo socrático, la clase expositiva reformulada y el diseño de actividades experimentales con miras hacia el conflicto teórico son estrategias didácticas propicias para fomentar el cambio representacional. Finalmente, el cambio representacional emerge como una estrategia didáctica propicia para la nueva cultura del aprendizaje, posibilitando la expansión de las potencialidades de representación humanas.

Palabras clave: cambio conceptual - cambio representacional - didáctica de la ciencia - nueva cultura del aprendizaje.

Tabla de contenido

Resumen.....	3
Introducción	5
Estado del Arte	9
Marco Teórico.....	15
1. El cambio conceptual en la obra de Pozo.	15
1.1. Conceptualización general.	15
1.2. Condiciones para el cambio conceptual.	18
1.3. El modelo de Pozo para el cambio conceptual.	19
1.4. Del cambio conceptual al cambio representacional.....	21
2. El cambio representacional en la obra de Pozo.	22
2.1. Conceptualización general.	22
2.2. Los cuatro componentes del cambio representacional.	25
3. Implicancias didácticas.	26
3.1. Implicancias didácticas del cambio conceptual.	26
3.2. Implicancias didácticas del cambio representacional.	29
Conclusión	34
Referencias bibliográficas	39

Introducción

El objetivo central de este trabajo es explorar la implicancia que posee en la didáctica de la ciencia el pasaje del concepto de cambio conceptual al proceso de cambio representacional en la obra del psicólogo español J. I. Pozo. En otras palabras, en este trabajo intentaremos dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿cómo muta la enseñanza de la ciencia y sus procesos instruccionales al ser vista desde la óptica del cambio conceptual o desde el cambio representacional? Para ello, en esta investigación de carácter teórico, se realizará una revisión bibliográfica con intención exploratoria de las obras del autor, conjuntamente con escritos e investigaciones auxiliares que versen sobre la temática o aledañas. Asimismo, como consecuencia de ciertos puntos ciegos en la teoría de Pozo en relación a la didáctica del cambio representacional, se intentará ampliar las potenciales implicaciones que este proceso conlleva en la enseñanza en general y en la didáctica de la ciencia en particular, conjuntamente con nuevas propuestas sobre las estrategias didácticas indicadas para llevar adelante este proceso.

Para ello, en un primer momento introduciremos las problemáticas nucleares sobre el cambio conceptual, cambio representacional y las teorías implícitas dentro de la obra de Pozo. Luego, nos abocaremos a realizar el desarrollo del concepto de cambio conceptual, conjuntamente con una profundización sobre el papel vital de las representaciones implícitas como el mayor obstáculo hacia la adquisición del conocimiento científico. De manera subsiguiente, resaltaremos las limitaciones que la concepción del cambio conceptual ha tenido -y tiene actualmente- en la enseñanza de la ciencia; es esta revisión del cambio conceptual lo que nos conducirá a comprender el mismo como un proceso de cambio representacional. Finalmente, nos abocaremos a desarrollar comparativamente las implicancias didácticas que poseen tanto el cambio conceptual como el cambio representacional, focalizándonos en las intervenciones didácticas que resultan de éste último y ampliando la propuesta de Pozo que, en ciertos momentos, emerge como un tanto escueta en términos didácticos concretos.

Pozo (2002) se hace eco de una paradoja en la cual la didáctica de la ciencia se ve inmersa: debido a los cambios producidos en la “nueva cultura del aprendizaje” (Pozo, 2000), la ciencia se ha expandido no solamente en sus ámbitos formales y regulares -universidades, escuelas, etc.- sino que ha permeado asimismo dentro de contextos informales y que no les son propios, obteniendo un alcance en términos cuantitativos nunca antes visto. A pesar de esta expansión sin precedentes, Pozo destaca una marcada sensación de desilusión: “los datos de las

investigaciones, las sensaciones y vivencias de los profesores y las propias actitudes de los alumnos muestran que, desde el punto de vista cualitativo al menos, esa educación científica se encuentra posiblemente cada vez más lejos de sus objetivos” (Pozo, 2002, p. 245).

Como respuesta al fracaso generalizado en la incorporación de la ciencia, tanto en aprendices como en la población en general, Pozo (2002) sostiene, basado en Sperber (1996, citado en Pozo 2002) su “falta de compatibilidad y correspondencia con la organización cognitiva humana” (p. 140). En otras palabras, en contraposición a otros tipos de conocimiento -e.g. religioso o intuitivo-, los cuales parecen mostrarse y funcionar con mayor afinidad dentro del sistema cognitivo humano, este último parece mostrarse renuente a aceptar, en primer término, al conocimiento científico. En este sentido, Pozo (2002, p. 246) sostiene que la mente humana parecería estar equipada con un *sistema cognitivo inmunológico* que, siguiendo esta metáfora, previene de la adopción de “contagios representacionales inconvenientes o innecesarios, entre ellos aparentemente el del conocimiento científico” (ibid). Asimismo, Pozo (ibid) comenta que este sistema inmunológico ha mostrado ser eficaz frente al embate de los nuevos intentos didácticos, dando lugar a la desazón generalizada en el desarrollo de la didáctica de la ciencia a la cual nos referimos anteriormente.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, este trabajo se ocupa del objetivo central de la enseñanza o didáctica de la ciencia -al menos de la didáctica de la ciencia vista desde la óptica de la psicología cognitiva-: la incorporación y el aprendizaje de teorías científicas, más allá de los conocimientos implícitos y previos de los alumnos sobre el funcionamiento del mundo. Frente al dilema de alcanzar este objetivo, un gran porcentaje de investigaciones y propuestas didácticas han enfatizado que este proceso debe consistir en que el alumno alcance el tan aclamado como escaso cambio conceptual.

Como de Ortuzar (2011) deja entrever, en un primer período de su obra, Pozo describe como una de sus ideas centrales del aprendizaje al cambio conceptual. Anclado en la epistemología de Lakatos, el cambio conceptual, en síntesis, consistiría en el pasaje de lo que Pozo denomina las teorías implícitas en el alumno, hacia un conocimiento arraigado y consensuado en la comunidad científica. En otras palabras, todo alumno concurre al salón de clases con un modelo explicativo y alternativo al conocimiento científico de cómo funciona determinado aspecto del mundo, lo que Pozo denomina como teoría implícita, debido a su carácter y funcionamiento automático e inconsciente. El objetivo de la enseñanza de la ciencia, por ende, sería el

reemplazar este conocimiento alternativo por el conocimiento científico. Para Pozo (1999) este proceso supone gran resistencia por parte del alumno, ya que las teorías implícitas ofrecen alto grado de predictibilidad sobre el funcionamiento del mundo además de mostrarse eficaces en la praxis.

Asimismo, el verdadero cambio conceptual, implica para el autor una profunda revisión y reconceptualización del mundo y sus movimientos, fenómeno que acarrearía entonces un gran desgaste emocional (Pozo, 2000). Como correlato didáctico, es el docente quien debe introducir anomalías para que las teorías implícitas del alumno tambaleen, en función de poder presentar *a posteriori* un conocimiento científico que no solamente comprenda el por qué la teoría implícita funcionaba, sino que además pueda dar cuenta y superar las anomalías que la teoría alternativa del alumno no podía resolver.

Sin embargo, como detalla Pozo (2002), este intento de generar un cambio conceptual modificando de raíz las concepciones implícitas de los alumnos por el conocimiento científico no solamente ha demostrado ser ineficaz, sino que ha sido un rotundo fracaso:

hay que afirmar que no hay ni un solo estudio en la literatura de investigación sobre las concepciones de los estudiantes en la que una concepción concreta de las profundamente arraigadas en los alumnos haya sido totalmente extinguida y sustituida por una nueva idea. La mayoría de las investigaciones muestran que hay sólo un éxito limitado en relación con la aceptación de las ideas nuevas y que las viejas ideas siguen básicamente 'vivas' en contextos particulares. (Duit, 1999, p. 279, citado en Pozo, 2002).

En este sentido, Pozo (1999) ofrece una reconceptualización del cambio conceptual, en donde modifica, matiza, amplía y profundiza este concepto a través del cambio representacional. En palabras del autor, “el verdadero cambio conceptual -la reestructuración fuerte en el sentido de Carey- debería implicar no solo la sustitución o modificación radical de los conceptos o ideas de los alumnos sobre los fenómenos que estudia la ciencia, sino sobre todo un cambio e la forma de concebirlos o, como ha dicho White, un cambio concepcional más que conceptual” (Pozo, 1999, p. 514). En otras palabras, el cambio representacional implicaría no solamente una transformación -ya sea por asimilación o acomodación- en los contenidos previos, sino a su vez en los procesos y representaciones a través de los cuales los alumnos se relacionan con los contenidos científicos.

A la par que desarrolla su teoría psicológica sobre el proceso de cambio representacional, Pozo (1999) deja entrever, aunque a nuestro juicio quizás escuetamente, las implicancias didácticas del cambio representacional. En palabras de Pozo:

si bien la labor del profesor es en buena medida ayudar al alumno a explicar o descubrir sus propias concepciones implícitas, contrastándolas con otras concepciones explícitas, a través del diseño de ciertos escenarios y actividades de enseñanza, debemos indagar más en las formas de argumentar y contrastar modelos a partir de estas situaciones, en las formas de explicitar las ciencias, igual que en otras materias. (Pozo, 1999, p. 518)

Es interesante notar que Pozo (1999) esquivo el discurso ya políticamente correcto del constructivismo, en donde se considera al docente como facilitador-pasivo y al alumno como artífice-activo en relación al aprendizaje. Anclado en una concepción de la enseñanza de la ciencia a través de modelos, Pozo (1999) rescata la por momentos olvidada figura del docente, el cual deberá transmitir a sus alumnos modelos representacionales polisémicos y multidimensionales, teniendo como correlato a alumnos no receptivos y duplicadores del conocimiento, sino sujetos activos que ponen en juego sus teorías implícitas frente al docente, las cuales irán transformándose y mutando paulatinamente en su interrelación con los modelos que propone la ciencia. Sin embargo, el cambio representacional para Pozo (1999) no implica la eliminación de un tipo de conocimiento por otro: las teorías implícitas y el conocimiento científico pueden convivir en diversos sistemas de representaciones que tienen una aplicación contextualizada y jerarquizada.

Como Pozo (2000) destaca, la enseñanza usual en dominios específicos, conjuntamente con sus particulares métodos didácticos, no resulta tan eficaz o tan eficiente como sería deseable, sobre todo en cambios profundos que podrían tener lugar en el aprendiz en relación a los procesos de enseñanza-aprendizaje. En palabras del autor “la instrucción que los aprendices reciben no suele ser eficaz para promover cambios radicales en la manera de comprender los dominios específicos del conocimiento, probablemente porque no está dirigida a esa meta sino que participa de la cultura tradicional del aprendizaje, dirigida a la acumulación de conocimientos más que a su reestructuración” (Pozo, 2001, p. 12). Por ende, este trabajo aspira, dentro de sus limitaciones, a reflexionar sobre posibles intervenciones didácticas que tengan como resultado cambios profundos en los estudiantes, resultando en una reestructuración del conocimiento que,

además, sirva no solamente como dato o abstracción descontextualizada, sino que promueva una nueva y ampliada visión del mundo. En este sentido, en este trabajo analizaremos dos de estos procesos, el cambio conceptual y el cambio representacional, y cómo estos pueden servir para: a) ampliar el repertorio de las estrategias didácticas de los docentes, b) propiciar situaciones de aprendizaje que generen cambios profundos, duraderos en los alumnos, en contraposición a métodos primordialmente¹ asociativos o repetitivos y c) proponer métodos y estrategias didácticas orientadas hacia procesos de aprendizaje que entren en consonancia con las demandas propias de la nueva cultura del aprendizaje actual.

Estado del Arte

Al momento de escribir este trabajo, no se han encontrado publicaciones que intenten dar cuenta, de manera abarcativa, de los conceptos de cambio conceptual o cambio representacional en la obra de Pozo, ni tampoco un análisis detallado de las diferencias que ambos conceptos poseen dentro de la obra del autor. Si bien Pozo es un referente indiscutido y constantemente citado dentro de la investigación en relación al cambio conceptual o al cambio representacional (e.g. Birchenall, 2009; Flores, 2004), ninguna de estas investigaciones se ha dedicado a analizar en detalle, tal como lo proponemos en este trabajo, como estos conceptos se conjugan y diferencian dentro de la obra del autor español, ni como asimismo estos repercuten en la enseñanza.

Ergo, en el presente apartado, nos focalizaremos en las investigaciones y en los trabajos centrales que han abordado el cambio conceptual y el cambio representacional; asimismo, prestaremos especial atención a aquellos trabajos que han detallado los correlatos que ambos conceptos poseen para la didáctica de la ciencia.

Como Birchenall (2009) señala, como antecedentes del concepto de cambio conceptual – anteriormente también denominado cambio cognitivo-, podemos encontrar estudios en dos campos principales: por un lado, en el área de la didáctica y la filosofía de la ciencia, y por otro lado dentro del campo del desarrollo cognitivo, particularmente en la obra de Piaget. En este

¹ Como veremos más adelante, las propuestas de Pozo, basadas en la epistemología de la complejidad de E. Morin (1994), sobresalen por una posición de integración y complementariedad entre procesos de aprendizaje de tipo constructivista y asociacionista, trascendiendo posturas reduccionistas y unilaterales sobre la complejidad de la enseñanza y el aprendizaje humano (ver Pozo, 2000).

sentido, “la didáctica de la ciencia, campo aplicado de la disciplina científica, se centra en los procesos de enseñanza y profundiza en el estudio de la modificación de los conceptos ante un nuevo aprendizaje” (Birchenall, 2009, p. 80). De esta forma, esta didáctica específica (de Camilloni, 2007) tiene como una de sus principales inquietudes el poder comprender, al menos desde una postura constructivista (Pozo, 2000), como la información nueva que se le presenta al alumno (i.e. el conocimiento científico) se relaciona con la información que este ya trae. Como hemos esbozado anteriormente, el proceso de cambio conceptual se da particularmente en este interjuego entre el conocimiento previo –teorías implícitas- y el conocimiento nuevo que se le intenta impartir al aprendiz –conocimiento científico-. Asimismo, varios autores que han desarrollado teorías en relación al cambio conceptual (e.g. Posner & Strike, 1982; Pozo, 2000) se han basado en desarrollos provenientes de la filosofía de la ciencia, y han teñido sus propuestas en relación a este proceso con las similitudes y diferencias de las teorías epistemológicas de Kuhn, Popper y Lakatos.

Como detalla Birchenall (2009) el cambio conceptual asimismo encuentra otro antecedente y correlato teórico dentro de las obras del epistemólogo suizo Piaget (1962, citado en Birchenall, 2009): “los estudios de Piaget se refieren precisamente a la modificación de estructuras conceptuales, fundamentando sus conclusiones en resultados de pruebas prácticas realizadas a niños” (ibid, p. 80). Es interesante notar el hecho de que Birchenall (2009) encuentra en las pruebas piagetianas una base metódica para el cambio conceptual, y asimismo señala oportunamente que el concepto de acomodación “constituye un antecesor de la concepción de conflicto cognitivo como motor de cambio” (ibid).

De igual forma, Birchenall (2009) destaca como ciertos conceptos dentro de la obra de Vygotsky y Bruner pueden entenderse como correlatos del cambio conceptual. Tanto la ley de desarrollo cultural en Vygotsky como el concepto de andamiaje en Bruner hacen foco en la influencia de la cultura y las relaciones interpersonales y

en la mediación de estructuras conceptuales, ya sea internalizando procesos que se presentan en primer término en una sociedad para personalizarse después mediante el lenguaje, o llamando la atención sobre la influencia de los adultos, profesores y educadores en general, en la resolución de problemas por parte de los estudiantes, mediante estructuras conceptuales más complejas que las poseídas por estos. (Birchenall, 2009, p. 80)

Ahora que hemos comentado sobre los antecedentes y correlatos del cambio conceptual en otras teorías y disciplinas, pasaremos a describir brevemente los principales modelos en relación al cambio conceptual que han servido de antecedente a la teoría de Pozo. Asimismo, haremos hincapié en como estos modelos han intentado dar vida al proceso de cambio conceptual dentro del aula.

Como Flores (2004) y Birchenall (2009) indican, existen una multiplicidad de teorías dentro del cambio conceptual, y debido a las complejidades que este fenómeno contempla, aún no se ha arribado a una teoría definitiva que pueda dar cuenta de la pluralidad de matices que este proceso contempla. Es así que tanto Flores (2004) como Birchenall (2009) destacan el papel central que ha ido adquiriendo el proceso de cambio conceptual dentro del campo de la enseñanza de la ciencia, ya que, como Flores (2004) indica, “el cambio conceptual está asociado a otros dos problemas complejos (...): como se construye el conocimiento y en qué consiste el aprendizaje” (p. 256).

Podemos considerar a la obra de Posner y Strike (1982) como uno de los primeros intentos de desarrollar teóricamente el concepto y el proceso de cambio conceptual, conjuntamente con sus correlatos didácticos; a continuación dedicaremos especial atención a esta obra, ya que como Flores (2004) destaca, el trabajo de ambos autores ha servido como base fundamental para la construcción de futuras teorías e investigaciones.

Posner y Strike (1982) enfatizan la relación existente entre la educación científica y el desarrollo de la ciencia a lo largo de la historia. Oponiéndose a los modelos del aprendizaje empirista, tales como los de Hume o Locke (ver también Pozo, 2000), Posner y Strike sostienen que el alumno no es una *tabula rasa*, una hoja en blanco la cual reflejará fielmente el contenido del mundo. En cambio, los autores argumentan que los alumnos llegan a clase con toda una serie de conocimientos previos y que son estos conocimientos previos los que determinan significativamente el proceso de aprendizaje –tanto *qué* se aprende como el *cómo* se aprende-. En este sentido, el proceso de aprendizaje no se relaciona primordialmente con la asimilación de un contenido sobre otro, sino cómo el conocimiento se transforma a lo largo del camino.

En este sentido, Posner y Strike (1982) relacionan su teoría del cambio conceptual con el proceso de formación y cambio en la historia y filosofía de la ciencia, principalmente en la epistemología de Kuhn, Lakatos y Toulmin. En otras palabras, para los autores existe una gran

similitud entre el alumno intentando reformular y cambiar sus concepciones frente al nuevo conocimiento que le es enseñado, con el científico que intenta hacer avanzar el conocimiento con una nueva teoría que reformula a las anteriores. Asimismo, los autores proponen cuatro condiciones para que el cambio conceptual ocurra: a) tiene que haber descontento con las concepciones existentes, b) las nuevas concepciones tienen que ser inteligibles, c) las nuevas concepciones tienen que aparecer inicialmente plausibles y d) el nuevo concepto debería sugerir la posibilidad de un programa de investigación más fructífero.

En relación a las implicancias didácticas del cambio conceptual, Posner y Strike (1982) destacan el papel de la presentación de anomalías a los alumnos, quienes, frente al dilema de no poder resolver dichos conflictos con sus teorías previas, estarán más tentados a recurrir a una nueva y mejor explicación –i.e. conocimiento científico- para resolverlas. Asimismo, los autores hacen foco en que la instrucción debe tender particularmente a equilibrar y llenar el espacio que se abre entre los viejos conocimientos y los nuevos.

Asimismo, proponen cambios en relación al proceso de cambio conceptual en cuatro áreas: curriculum, contenido, estrategias de enseñanza y el rol del docente (Posner y Strike, 1982). Descripto brevemente, en relación al *curriculum* los autores alegan por apuntar hacia generar consciencia sobre las bases epistemológicas y metafísicas de la ciencia occidental, promoviendo un abordaje histórico de las mismas y, de igual forma, incentivar la consciencia de los propios supuestos epistemológicos y metafísicos en los alumnos. En cuanto al contenido, sostienen que el contenido de las materias relacionadas a las ciencias debe presentarse de tal manera que muestre al conocimiento científico como inteligible, plausible y fructífero. Siguiendo estas propuestas, los autores proponen que las estrategias de enseñanza deben estar asimismo particularmente dirigidas hacia la presentación de anomalías en función de generar conflictos cognitivos en los alumnos; asimismo, los autores hacen hincapié en la utilización de técnicas que fomenten la explicitación de los contenidos previos de los aprendices. Finalmente, en relación al rol del docente, los autores comentan que “si la acomodación debe ocurrir, el maestro no solamente tendrá que ser un clarificador de ideas o un presentador de información, pero también un adversario y un modelo del pensamiento científico” (Posner & Strike, 1982, p. 239)².

² Traducido del original en inglés: “If accommodation is to occur, the teacher might have to be not only a clarifier of ideas and presenter of information, but also an adversary and a model of scientific thought”.

Además del trabajo de Posner y Strike (1982), otro trabajo central en el desarrollo del concepto de cambio conceptual han sido las investigaciones de Vosniadou (1994). Este último propone un modelo de cambio conceptual haciendo una distinción entre las teorías ingenuas de los alumnos –*naive theories*- y las teorías específicas, relacionadas a las estructuras internas propias de un dominio conceptual. Estas teorías ingenuas infieren para Vosniadou presuposiciones ontológicas y epistemológicas que sesgan y dificultan la adquisición del conocimiento en diversos dominios; el autor analiza particularmente cómo esta dificultad emerge en el campo de la física, la astronomía, la mecánica y la física termal. Como uno de los componentes distintivos del modelo de Vosniadou (1994) emerge el concepto de conceptos erróneos –*misconceptions*-, los cuales representan los intentos de los aprendices por conjugar e intentar comprender los conceptos científicos en base a sus teorías ingenuas.

Por ejemplo, Vosniadou (1994) analiza las dificultades de estudiantes estadounidenses en educación primaria para poder comprender el hecho de que la tierra es redonda. Vosniadou alega que dicha dificultad recae en el hecho de que los docentes no tienen en cuenta las ideas previas de estos alumnos, para quienes es dificultoso entender cómo es posible que las personas se mantengan a los ‘costados’ y al ‘fondo’ de la tierra sin poder caerse. El autor propone que, teniendo en cuenta estas ideas previas, la introducción del concepto de gravedad emparejado con el de la tierra esférica facilitaría la superación de las ideas previas a la vez que la adopción del conocimiento científico.

En cuanto a las implicancias para la instrucción, Vosniadou (1994) ofrece dos grandes propuestas: por un lado, el autor hace hincapié en que la planificación didáctica debe tener en cuenta, como uno de sus aspectos centrales, el conocimiento previo de los alumnos, ya que en reiteradas ocasiones –como el ejemplo expuesto anteriormente- si éstas no son debidamente tenidas en cuenta, el aprendizaje se verá destinado al fracaso. Por otro lado, la instrucción debería dotar a los alumnos de consciencia metaconceptual, es decir, crear consciencia en los alumnos de que sus creencias previas, por más obvias y encarnadas que parezcan, no son verdades absolutas sino interpretaciones teóricas que están sujetas a ser falseadas.

Por otra parte, investigaciones más actuales han intentado aplicar el proceso de cambio conceptual a distintas áreas del conocimiento y la instrucción científica. Por ejemplo, Mahmud y Gutiérrez (2010) examinaron la efectividad de estrategias didácticas destinadas al cambio

conceptual en la enseñanza de los conceptos de calor y temperatura en estudiantes universitarios de carreras relacionadas a la docencia de las ciencias. Los autores partieron de estudios que corroboraban que los alumnos poseen concepciones previas sobre estos tópicos que en mayor medida contradicen al conocimiento científico establecido, teniendo en cuenta además que en repetidas ocasiones son los docentes mismos quienes cuentan con estas preconcepciones que pueden ser transmitidas a sus alumnos. En este sentido, desarrollaron una estrategia didáctica para el cambio conceptual constituida por siete momentos: 1) momento de motivación, 2) momento de expresión de las ideas previas, 3) momento de búsqueda, 4) momento de movilización y conflicto, 5) modelo de estructuración, 6) momento de refuerzo y transferencia, y 7) momento de evaluación. Los autores concluyeron que “la estrategia basada en el cambio conceptual es efectiva en la transformación de las ideas previas de calor y temperatura” (Mahmud y Gutiérrez, 2010, p. 19).

Como veremos con mayor detalle posteriormente, diversas críticas y reflexiones sobre los aspectos tanto teóricos como prácticos del cambio conceptual fueron dando paso paulatinamente a la reconceptualización y reconsideración de este proceso (e.g. Pozo, 1999). Si bien esta nueva mirada sobre el cambio conceptual ha adquirido diversos nombres (e.g. cambio concepcional), en este trabajo nos ocuparemos puntualmente de una de estas nuevas reinterpretaciones: el cambio representacional.

Uno de los pilares fundamentales para comprender el pasaje del cambio conceptual al cambio representacional en la obra de Pozo es la obra de Karmiloff-Smith (1994), particularmente su concepto de redescipción representacional. Desde su teoría cognitiva sobre el desarrollo, y revisando la teoría modular de la mente de Fodor, Karmiloff-Smith (1994) propone que las nuevas representaciones adquiridas por los sujetos tienen la capacidad de redescibir las representaciones anteriores; mediante este proceso, aquellas representaciones previas adquieren mayor explicitación (Pozo, 1999). De acuerdo a Pozo (1999) Karmiloff-Smith (1994) utiliza el término explicitación dándole un carácter ambiguo, y siendo portador de dos grandes acepciones: en relación al carácter implícito de los conocimientos de los alumnos, estos pueden poseer dicho estado por el simple hecho de no ser conscientes, pero asimismo porque éstos ni si quiera están disponibles en el almacén de la memoria de los sujetos, sino que son “verdaderas construcciones situacionales” (Pozo, 1999, p. 514).

Asimismo, como Flores y Pozo (2015) sostienen, diversas investigaciones han contradicho la idea original de que el cambio conceptual debía suponer la sustitución de las creencias previas de los alumnos, debido a la imposibilidad misma de poder remover de raíz dichas ideas, encarnadas profundamente en el aparato cognitivo. Estas investigaciones han mostrado que “los alumnos tienen múltiples representaciones sobre un mismo fenómeno” tanto en contextos diversos (Rodríguez Moneo, 2015) como en tareas que exigen diferentes niveles representacionales (Lopez Manjon, Postigo y León Sánchez, 2015), e incluso en el propio ‘conocimiento pedagógico’ que subyace a la práctica docente (Garritz y Trinidad-Velasco; Pessoa de Carvalho y Varone, 2015, citados en Pozo y Flores, 2015).

Hace dos décadas Pozo (1999) comentaba que las nuevas reconceptualizaciones del cambio conceptual no habían tenido un impacto profundo tanto dentro de las aulas como en las investigaciones. Hoy en día podemos concluir que la situación no ha cambiado mucho, aunque sí se presentan excepciones. Mientras que, por ejemplo, López Manjón, Postigo y León-Sánchez (2015), han relacionado procesos de cambio representacional en el área de la biología, otros autores como Manjarrez (2010) lo han desarrollado en el ámbito de la historia.

Por ejemplo, tanto Gómez Crespo (2005) como Gómez Crespo, Pozo y Gutiérrez Julián (2004) han abordado las representaciones de la naturaleza de la materia en el aprendizaje de la Química, señalando la importancia de “conectar jerárquicamente los sistemas de representación (implícitos y encarnados: nuestra representación macroscópica del mundo) con otros códigos más explícitos y complejos (que permiten representarse el modelo cinético-molecular)” (Pozo, 2007, p. 16). Dichos autores encontraron que, por lo menos en relación a los ámbitos particulares abordados, fomentar la redescipción representacional a través de estrategias didácticas seleccionadas para dicho proceso, genera mayores progresos en el aprendizaje de la ciencia.

Marco Teórico

1. El cambio conceptual en la obra de Pozo.

1.1. Conceptualización general.

Como muestran Birchenall (2009) y Pozo (1989), el cambio conceptual puede relacionarse con una multiplicidad de dominios en los que este puede actuar: interpersonal, cognitivo, educativo, instruccional, entre otros. Es así que hasta se ha intentado dar cuenta de profundos cambios en la estructura de la identidad personal, producto de un proceso psicoterapéutico, a través del cambio conceptual (Birchenall, 2009). En lo que a este trabajo respecta, es en el dominio de la psicología, la instrucción, la didáctica y el aprendizaje en donde Pozo (1989) centra su desarrollo teórico, ocupando el cambio conceptual un lugar de preferencia dentro de su pensamiento desde sus primeros trabajos (e.g. Pozo & Carretero, 1987; Pozo, 1989; Pozo, 2000). En este apartado, nos ocuparemos específicamente del desarrollo y la concepción de Pozo en relación al cambio conceptual como resultado del aprendizaje, y dejaremos la propuesta didáctica que se desprende del mismo para un apartado posterior.

Pozo (2000) concibe al cambio conceptual como “la forma más compleja de aprendizaje” (p. 33) y, como producto de esta misma complejidad, el fenómeno menos estudiado. En este sentido, el cambio conceptual emerge como una transformación radical, profunda y duradera, la meta máxima a la que todo proceso de aprendizaje debería aspirar. Es tan profundo y radical este cambio que Pozo (2000) no ha dudado en ilustrarlo como un “terremoto cognitivo”. Sin embargo, debido a esta propia naturaleza, se presenta como un proceso muy poco frecuente. No obstante, teniendo en cuenta los planteamientos de Pozo (2000), podríamos considerar si la poca frecuencia del cambio conceptual se debe puntualmente a la naturaleza radical del proceso, o bien a la escueta investigación y a la más escasa consideración y aplicación en los ámbitos educativos. Asimismo, Pozo (2000) contextualiza puntualmente al cambio conceptual y el particular interés que éste está comenzando a suscitar entre los investigadores como producto de lo que el denomina la ‘nueva cultura del aprendizaje’³.

Quisiéramos comenzar con una definición amplia y simple, la cual se irá matizando en los párrafos siguientes. El cambio conceptual como resultado del aprendizaje en la obra de Pozo (1986) se define como un proceso mediante el cual el aprendiz modifica estructuralmente sus concepciones más o menos implícitas sobre cómo funciona determinado aspecto de la realidad por un sistema explicativo científico.

³ De acuerdo a Pozo, la nueva cultura del aprendizaje, signada por las transformaciones que producen los cambios tecnológicos en el aprendizaje, es propia de las modernas sociedades industrializadas, y se caracteriza principalmente por la ubicuidad del aprendizaje y la descentralización del conocimiento (ver Pozo, 2000).

En este sentido, la consideración de las denominadas teorías implícitas reviste un punto central dentro del cambio conceptual, ya que éstas aparecen como el primer y más tenaz obstáculo para este último. Como muestra Pozo (1986) este concepto ha sido abordado desde diversas ópticas y rotulado bajo diversas etiquetas (e.g. teorías-en-acción, teorías personales, teorías causales, etc.). Dentro de la obra de nuestro autor, las teorías implícitas tienen su génesis en el mundo cotidiano y diario de las personas, formándose como producto de la observación de regularidades en el ambiente. Se destacan principalmente por el alto valor predictivo que poseen para predecir la conducta del entorno, siendo esta característica el factor principal que imposibilita su abandono en pos de nuevas y mejores teorías.

Asimismo, como su nombre lo indica, estas teorías sobre el funcionamiento del mundo no siempre se muestran de manera explícita y consciente para el aprendiz, sino que como regla general operan de un modo implícito, sin que el sujeto tenga particular consciencia sobre el hecho de que está interpretando hechos del mundo a través de los lentes de sus teorías implícitas. Como se desarrollará posteriormente, es puntualmente en la instrucción que tiene como objetivo el cambio conceptual donde se pugna por la toma de consciencia y la explicitación de estas teorías, ya que esto, para diversos modelos del cambio conceptual, emerge como requisito *sine qua non* para que se produzca este proceso (Pozo, 1986).

En este punto consideramos necesario detenernos puntualmente sobre la génesis y el rol que cumplen las teorías implícitas en la construcción del conocimiento humano, y cómo estas se muestran como el mayor obstáculo tanto para el cambio conceptual como para el cambio representacional, a pesar de que, como detallaremos más adelante, la relación que se establece entre el conocimiento científico y las teorías implícitas en ambos procesos varía notablemente. De igual forma, la relevancia de las teorías implícitas radica para Pozo en que son el “punto de partida de la construcción de nuestro conocimiento científico” (Pozo, 2002, p. 256).

Partiendo desde su psicología cognitiva, Pozo (2002) postula el hecho de que la mente humana puede entenderse como un sistema que construye representaciones internas del mundo, acción ligada a la predicción y control del ambiente externo, y asimismo a la supervivencia de los seres humanos como especie. Pozo (2002) destaca como una de las propiedades fundamentales de nuestra mente su carácter híbrido; en este sentido, el autor español nos presenta una mente compuesta por dos sistemas muy diferentes:

uno dedicado a representar implícitamente el mundo concreto, cercano, mediante acciones y percepciones, cuyas metas son esencialmente *pragmáticas* es decir dirigidas a la predicción y el control rápido, inmediato de sucesos concretos, y otra mente, supuestamente más racional y abstracta, que usa lenguajes formales y puede comunicarse a través de ellos, cuyas metas serían más bien *epistémicas*, el conocimiento o explicación reflexiva de esos sucesos. (Pozo, 2002, p. 250)

Las representaciones implícitas corresponderían a este primer modo de funcionamiento mental, el cual para Pozo tiene un carácter primario en cuanto se presenta con mayor antigüedad en la ontogénesis y filogénesis humana. En resumen, este tipo de procesamiento mental representaría un equipamiento cognitivo innato, el cual permite captar ciertas regularidades en el ambiente, en función de brindar predictibilidad y control sobre éste.

1.2. Condiciones para el cambio conceptual.

Como Birchenall (2009) y Pozo (1986) alegan, y como así mismo hemos señalado, se han planteado diversos modelos que han intentado dar cuenta del cambio conceptual. Pozo (1986) subraya, particularmente, los modelos de aprendizaje generativo de Wittrock, el modelo de conflicto conceptual de Nussbaum y Novik, y el modelo de la teoría epistemológica del cambio conceptual de Posner y sus colaboradores. Aunque el autor no lo manifiesta explícitamente, es en este último grupo donde podríamos situar principalmente el modelo de Pozo. En líneas generales, mientras que Posner sostenía un modelo de cambio conceptual que seguía los lineamientos de Kuhn, en donde el conocimiento científico evoluciona a través de paradigmas, Pozo (1986) ancla su teoría en la epistemología de Lakatos, para quien el conocimiento científico progresa a través del cambio en los programas de investigación científica.

En este sentido, Pozo (1989) sostiene la idea de que el cambio conceptual no es meramente un cambio que se produce en el contenido declarativo del aprendiz que se daría, por ejemplo, al incorporar el vocabulario específico de una disciplina científica, sino que supone un cambio radical en la manera de interpretar la realidad y las dinámicas por las cuales esta opera. De esta forma, esta profunda transformación equivaldría a los cambios que se han ido dando lugar a lo largo de la historia en el conocimiento científico, y a las mutaciones en la concepción de la realidad y su funcionamiento que estos traen aparejados. Por ejemplo, Pozo (1989) comenta que frente a determinado problema que implica el movimiento de objetos, la mayoría de las

personas abordara la tarea con sus teorías implícitas, las cuales se asemejan para el autor a las concepciones prenewtonianas en la historia de la mecánica.

Tomando como base esto último, Pozo (1986) propone tres condiciones sobre las cuales el cambio conceptual se produce: a) La primera condición radica en el hecho de presentarle al aprendiz una teoría que supere a sus concepciones implícitas. Es en este punto donde la influencia de Lakatos en el pensamiento de Pozo se hace más explícita, ya que, del mismo modo que se producen cambios en los programas de investigación científica, el aprendiz solamente se mostrará abierto a abandonar su teoría implícita una vez que se le presente un modelo que no solamente de cuenta de los fenómenos que su teoría implícita podía explicar, sino que asimismo evidencie hechos novedosos y desconocidos que están fuera del alcance explicativo de sus concepciones espontáneas; b) Aunque no es condición suficiente, si es fundamental exponer al alumno a un conflicto cognitivo que pueda dar cuenta las insuficiencias de su teoría implícita para poder predecir ciertas situaciones, en donde, al mismo tiempo, se le debe mostrar al aprendiz como la nueva teoría genera mejores predicciones frente a esos nuevos hechos; c) Un paso fundamental para la modificación de las concepciones implícitas de los alumnos radica en la toma de consciencia y explicitación de las mismas. Para dar cuenta de esto último, se deberá exponer al alumno a problemas concretos que inciten la evocación de dichas concepciones antes implícitas y, de igual manera, el alumno debe caer en cuenta sobre las ventajas que la nueva teoría supone sobre la anterior. En palabras de Pozo (1986): “[I]la reflexión sobre las propias ideas será fundamental en el aprendizaje de conceptos científicos por los alumnos” (p. 244).

1.3. El modelo de Pozo para el cambio conceptual.

Una característica distintiva del modelo de cambio conceptual de Pozo (1986, 2000) radica en considerar el hecho de que este proceso de aprendizaje no se reduce únicamente a aprendizajes de tipo constructivista. En este sentido, Pozo intenta trascender lo que él llama la ‘paradoja del aprendizaje’, y propone un modelo donde el asociacionismo y el construccionismo se conjugan para dar cuenta de la complejidad del aprendizaje. Esta concepción de integración y complementariedad es desarrollada por Pozo en otro de sus trabajos (ver Pozo, 2000), que por motivos de restricción de espacio no podremos desarrollar en este trabajo. En palabras del autor: “los modelos del cambio conceptual no necesariamente excluyen otros procesos de aprendizaje,

de tipo asociativo. (...) es necesario que la reestructuración se vincule al conjunto acumulativo de experiencias o aprendizajes asociativos anteriores” (Pozo, 1989, p. 244).

Es así que Pozo (1989) propone un modelo⁴ abarcativo y comprensivo del cambio conceptual, no ligado a un individuo particular ni a una tarea de aprendizaje concreta. Este modelo comienza con la situación de aprendizaje básica en donde un aprendiz dotado de una teoría - más o menos implícita- sobre determinado campo del conocimiento es confrontado con información o hechos observables en relación a dicho conocimiento. A raíz de este primer momento, donde se realiza un choque entre la teoría y la realidad, Pozo propone dos caminos como consecuencia: A) lo observado es asimilado por la teoría implícita, no produciéndose por ende conflicto cognitivo y manteniendo la teoría implícita intacta, o B) existe un conflicto entre lo observado y las predicciones que se realizaron a partir de la teoría implícita. A raíz de lo sucedido en el caso B, asimismo se derivan dos posibles consecuencias: B1) el conflicto no es detectado a raíz de una falta de consciencia sobre el mismo, produciendo, en términos piagetianos, una respuesta no adaptativa o B2) en donde se produce una toma de consciencia de dicho conflicto, concatenando una respuesta adaptativa.

Continuando este último camino, Pozo (1989) plantea que para que se haga posible la toma de consciencia, es necesario que “el sujeto haga explícitas tres cosas: el primer elemento en conflicto, el segundo elemento en conflicto y la diferencia entre ambos” (1989, p. 247). En otras palabras, el aprendiz debe hacer explícita, en primer lugar, su teoría anteriormente implícita, conjuntamente con las predicciones sobre el funcionamiento de determinado aspecto de la realidad que se derivan de ella. Luego, debe concientizar la nueva información o los hechos observables que entran en relación con su teoría implícita y, por último, la discrepancia que se produce entre la teoría implícita y lo observado.

Asimismo, a raíz de esta toma de consciencia, Pozo (1989) plantea tres tipos de respuesta: *alpha*, *beta* y *gamma*. En la respuesta *alpha* se considera lo observado “como una excepción o un caso aislado que no afecta directamente a su teoría. (...) En este caso, la toma de consciencia no adquiere un carácter conceptual” (Pozo, 1989, p. 244). Si bien este tipo de respuesta no generará un cambio en la teoría, si agregará el conocimiento de que, bajo ciertas circunstancias,

⁴ El modelo de Pozo para el cambio conceptual presenta asimismo ciertos matices de complejidad que, por su extensión y por no considerarse estrictamente relevantes para el desarrollo de este trabajo, serán obviados (para una comprensión en profundidad de este modelo, ver Pozo, 1989).

su teoría presenta ciertas anomalías. En el extremo opuesto de la respuesta *alpha*, Pozo sitúa la respuesta *gamma*. Este último tipo de respuesta “consiste en modificar el núcleo o las ideas centrales de la teoría como consecuencia del conflicto observado” (Pozo, 1989, p. 248). Una de las características principales de la respuesta *gamma* radica en su rareza, “ya que normalmente la reestructuración de la teoría es más lenta y suele ir precedida de diversos procesos de ajuste a los nuevos datos observados” (ibid).

En cierta forma, la respuesta *beta* puede ser entendida como un punto medio entre las respuestas *alpha* y *gamma*. Sirviéndose nuevamente de la epistemología de Lakatos, Pozo (1989) hace hincapié en que este tipo de respuesta deriva de un ajuste paulatino y gradual de la teoría frente al conflicto observable, en donde se irán introduciendo cambios en su cinturón protector. En palabras de Pozo (1989) “este ajuste se produce cuando el conflicto entre los datos y la teoría da lugar a una respuesta *beta*, que supone introducir modificaciones puntuales en la teoría pero sin que alteren el núcleo central de ésta. En otras palabras, no se cambian los mecanismos explicativos de la teoría sino que únicamente se modifica el dominio de fenómenos a los que se aplican” (p. 248).

1.4. Del cambio conceptual al cambio representacional.

Es a fines de la década de los 90 y a principios del nuevo milenio donde Pozo (e.g. 1999, 2001, 2002) comienza con su revisión del cambio conceptual, mutando hacia una concepción del mismo como cambio representacional.

Pozo (2001, 2002) destaca el desaliento que suscitaron diversos estudios que pretendían llevar a cabo, instruccionalmente, procesos de cambio conceptual. Estos métodos instruccionales intentaban, como hemos analizado anteriormente, erradicar las teorías implícitas de los alumnos sobre el funcionamiento del mundo, las cuales eran conceptualizadas como falaces y erróneas, y comparadas con la solidez del conocimiento científico. De acuerdo a Pozo (1999), la desilusión de dichas investigaciones ocurrió como consecuencia de la inutilidad de los métodos instruccionales para suprimir la multiplicidad de teorías implícitas de los alumnos. De hecho, Pozo (2002) sostiene que no se ha presentado ninguna investigación convincente en donde este proceso de sustitución haya tenido lugar.

Sin embargo, de acuerdo a Pozo (2001), esto sirvió para poner en jaque y habilitar la revisión de diversos postulados centrales en relación al cambio conceptual, entre los cuales destaca la comparación entre los conocimientos producto de las teorías implícitas en contraposición con el conocimiento científico. En palabras de Pozo (2001)

[d]espués de todo, las ideas de los alumnos son robustas y resistentes por varias razones: a) porque forman conjuntos de ideas coherentes que se construyen a partir de las experiencias cotidianas en el mundo físico y social, b) porque se muestran eficaces para interpretar, predecir y tomar decisiones en dichos mundos y c) porque son el fruto de procesos y estrategias mentales que responden a las necesidades constructivas de los escenarios cotidianos, pero distan mucho de las que se deben utilizar para construir el conocimiento científico. (p. 409)

Es entonces a raíz de la ponderación del carácter funcional de las teorías implícitas que Pozo (2001) adjudica las nuevas reconceptualizaciones en relación al cambio conceptual que han ido dando lugar a la reconsideración del mismo como un proceso de cambio representacional. Bajo esta nueva mirada, las teorías implícitas ya no buscan ser reemplazadas, sino que emergen otras propuestas como la reestructuración del conocimiento de Thagard (ver Pozo, 2001), o la idea de que este tipo de teorías pueden coexistir armónicamente con el conocimiento científico, siempre que se enmarquen dentro de contextos de uso delimitados para cada una. Como veremos posteriormente, estas nuevas consideraciones sobre el cambio conceptual -ahora considerado como cambio representacional- tienen consecuencias directas sobre la enseñanza y la instrucción.

2. El cambio representacional en la obra de Pozo.

2.1. Conceptualización general.

Una de las características fundamentales que separan a los modelos de cambio conceptual criticados en el apartado anterior en comparación con la idea del cambio representacional, es lo que Pozo denomina como “pluralidad representacional” (Pozo, 2001, p. 414). En esta nueva consideración del cambio conceptual, Pozo destaca el hecho de que el cambio representacional no estaría basado en la “sustitución de una representación por otra como en la multiplicación

de las representaciones que el sujeto dispone para un dominio de conocimiento dado” (Pozo, 2001, p. 413). En otras palabras, el cambio conceptual entendido como cambio representacional busca enriquecer las representaciones de los aprendices, en lugar de buscar forzosa y desesperadamente un abandono radical de las representaciones implícitas. Sin embargo, como detalla Pozo, no se trataría únicamente de expandir cuantitativa y cualitativamente las distintas representaciones, aumentando el abanico de modelos representacionales, sino por sobre todo la consideración de cómo dichas representaciones conviven, se integran y relacionan entre ellas. En palabras de nuestro autor:

El cambio conceptual no implicaría, por tanto, sustituir unas representaciones por otras, ni sumar unas representaciones a otras, sino cambiar unas representaciones por otras, generar nuevas relaciones entre esas representaciones que faciliten un uso más consistente y coherente de las mismas. El cambio conceptual sería en ese sentido un cambio *representacional*, en la naturaleza y el formato de las representaciones mentales para un dominio dado. (Pozo, 2001, p. 414)

En este sentido, aprender ciencia no implicaría un abandono total por parte de los alumnos de sus concepciones implícitas y encarnadas en relación al mundo que, como hemos visto anteriormente, implica un intento destinado al fracaso, sino que supone un proceso de integración jerárquica entre las representaciones implícitas y el conocimiento científico. Bajo esta nueva conceptualización, Pozo propone que la adquisición de conocimiento implicaría “multiplicar las perspectivas o *actitudes epistémicas* con respecto a esos objetos, y finalmente integrarlas en una única teoría o *agencia* cognitiva que describa las relaciones entre esos componentes en un nuevo nivel” (Pozo, 2002, p. 263).

Por lo tanto, el cambio representacional supone una nueva manera de relacionarse con las representaciones o teorías implícitas. Si bien éstas últimas siempre constituirán el mayor obstáculo para el aprendizaje de la ciencia, ya no se asumen como una suerte de conocimiento primitivo el cual hay que erradicar, en reemplazo por un conocimiento con mayores niveles de abstracción y solidez, como lo es el conocimiento científico. Si bien desde el lente del cambio representacional se asume que el conocimiento científico posee una mayor “potencia representacional” (Pozo, 2002), asimismo se rescata el valor predictivo y pragmático que las teorías implícitas poseen para el sujeto. Consecuentemente, las teorías implícitas y el conocimiento científico no se encuentran ya en una relación de mutua exclusión, sino que

convergen en una conexión de complementariedad representacional. De hecho, Pozo destaca que la adquisición del conocimiento científico no inhabilita la función pragmática y predictiva que las teorías implícitas tienen sobre nuestro entendimiento del mundo.

Es así como en lugar de una sustitución de un tipo de conocimiento por otro, Pozo (2002) propone que bajo el cambio representacional ocurre una redescipción representacional, una integración jerárquica de ambos tipos de conocimiento, en donde las teorías implícitas cobran una nueva dimensión y son reconceptualizadas bajo el nuevo marco representacional que ofrecen las teorías científicas. Por ende, de acuerdo a Pozo (2002), el cambio representacional estaría marcado por tres procesos que se muestran interconectados: a) una reestructuración teórica, b) una explicación progresiva de las teorías implícitas y c) una integración jerárquica. Como hemos destacado en el apartado sobre las teorías implícitas, estas se caracterizan por ser modelos simplificados del mundo cotidiano, las cuales siguen las lógicas del aprendizaje de tipo asociativo, son de carácter implícitas y responden a una causalidad lineal (ver Pozo, 2000; 2002). Este primer proceso radicaría en el hecho de que, frente a estas características, el conocimiento científico aprehende fenómenos en forma de relaciones de interacción y conservación, en sistemas con una tendencia hacia un equilibrio dinámico. En palabras de Pozo, “adquirir conocimientos más complejos requiere también disponer de estructuras conceptuales más complejas en las que integrar las representaciones primarias” (Pozo, 2002, p. 264). Dicho en otras palabras, el cambio representacional implicaría la adopción de modelos conceptuales de mayor complejidad desde las cuales no solamente captar la realidad desde una nueva óptica, antes velada por las representaciones implícitas, sino que a su vez poder reconsiderar éstas últimas bajo el nuevo lente que nos propone la ciencia.

De igual forma que los modelos de cambio conceptual buscan la explicitación de las teorías implícitas, para luego proceder a su cambio a través del conflicto cognitivo, Pozo postula que un segundo proceso del cambio representacional asimismo consistiría en dicha explicitación de las representaciones implícitas en función de delimitar sus diferencias con los modelos de la ciencia. Sin embargo, en contraste con los procesos de cambio conceptual, el cambio representacional busca asimismo “el dominio de nuevos lenguajes y sistemas explícitos de representación que permitan redescibir esos conocimientos en términos de sistemas conceptuales más potentes” (Pozo, 2002, p. 264).

Por último, el tercer proceso para el cambio representacional denotado por Pozo versa sobre la integración jerárquica producto de la relación entre el conocimiento implícito y el científico. Este proceso hace alusión a la ya mencionada idea de que, en lugar de abandonar su conocimiento intuitivo sobre el mundo, el aprendiz debe “reconstruir y redescubrir sus intuiciones” (Pozo, 2002, p. 264), enmarcándolas en un sistema de pensamiento de mayor complejidad y potencia.

2.2. Los cuatro componentes del cambio representacional.

Pozo propone cuatro componentes centrales del cambio conceptual, los cuales emergen como compilación y selección de diversas investigaciones abordadas por el autor: a) el paso de un realismo a un perspectivismo epistemológico, b) la naturaleza heterogénea o jerárquica del cambio representacional, c) los niveles de consistencia y coherencia de las representaciones y d) la función de los códigos y lenguajes en la representación del conocimiento.

Este primer componente supone trascender la concepción de que las representaciones son capaces de reflejar la estructura del mundo tal como este es, de modo fiel y transparente, al modo en que los empiristas conciben la realidad (ver Pozo, 2000). De acuerdo a Pozo, el cambio representacional implica trascender de un realismo ingenuo a un perspectivismo representacional, concibiendo la “naturaleza densa y opaca” (Pozo, 2001, p. 415) de las representaciones. En este sentido, este perspectivismo representacional emerge como condición *sine qua non* para lograr la gestión metacognitiva del abanico de representaciones que se abren frente a determinado conocimiento.

Como detallábamos anteriormente, la consideración de la multiplicidad de representaciones sobre determinado dominio de conocimiento abre el interrogante para Pozo (2001) de cómo esta pluralidad de modelos mentales se conjuga entre sí, cuales son los procesos cognitivos implicados en la toma de decisión de cuál será la representación adecuada para determinada situación y cuales son los nuevos parámetros sobre los cuales podemos clasificar y entender esta nueva pléthora de formas de entender el mundo. En este sentido, el segundo componente del cambio representacional que denota Pozo versa sobre los criterios para juzgar las diferentes representaciones y establecer un esbozo de jerarquía sobre ellas. En este sentido, Pozo se hace eco de diferentes abordajes, desde aquellos que se atañen a una postura horizontalista hasta aquellos que postulan criterios específicos para su comparación. Más allá de estas diferencias,

Pozo señala que la mayoría coincide “en que en el caso de que formatos superiores de representaciones pudieran proporcionar redescpciones representacionales más potentes que las inferiores, en ningún caso las suplantarían o sustituirían sino que coexisten con ellas” (Pozo, 2001, p. 416), debido a la naturaleza de gran potencial predictivo y funcional de las teorías implícitas -o representaciones implícitas, bajo este nuevo marco- al que hemos aludido *supra*.

Pozo comenta, en relación al tercer aspecto del cambio representacional, que “la gestión cognitiva de esas múltiples representaciones conduce a una consistencia y coherencia crecientes” (Pozo, 2001, p. 416). La consistencia para Pozo es entendida como la utilización de dichas representaciones de una forma regular por un mismo sujeto en contextos diversos; en consecuencia, esta amplitud de campos de acción de las representaciones, aumentaría su consistencia. En este sentido, “las representaciones más explícitas o más científicas son más consistentes que las representaciones implícitas” (ibid). Por otra parte, la coherencia de las representaciones estaría atada a escenarios interpersonales, en donde a través del contraste de diversas representaciones, estas adquieren coherencia argumental.

La cuarta y última característica señalada por Pozo (2001) se refiere al hecho de que el cambio representacional será posible únicamente si se acompaña de nuevos códigos y lenguajes que acompañen a las nuevas representaciones. A su vez, estos nuevos códigos y lenguajes se transformarán para Pozo en nuevos formatos representacionales. En otras palabras, los sujetos, en el caso del aprendizaje de la ciencia, únicamente podrán aprehender dichos modelos mentales como forma de comprender el mundo si a su vez incorporan un código lingüístico específico de dichas representaciones, encarnado, por ejemplo, en una forma de comunicarse o expresarse determinada o en el uso de vocabulario técnico específico de cada ámbito del conocimiento.

3. Implicancias didácticas.

3.1. Implicancias didácticas del cambio conceptual.

Ahora que hemos descrito los aspectos nucleares de la teoría de Pozo en relación al cambio conceptual y al cambio representacional, nos enfocaremos particularmente en las repercusiones

didácticas de estos procesos dentro de la obra del autor, enfatizando las diferencias entre ambos y puntualizando en las virtudes que se desprenden del cambio representacional.

Pozo destaca el hecho de que, por la propia naturaleza del cambio conceptual y por los recursos -tanto cognitivos como didácticos- que deben ser empleados, “es muy difícil de lograr sin una planificación cuidadosa de las interacciones entre el sujeto y su objeto de conocimiento” (Pozo, 1989, p. 246). En otras palabras, resulta dificultoso pensar que una reestructuración tan profunda y radical, como la que se da en el cambio conceptual, pueda ocurrir por fuera de una planificación didáctica que se oriente específicamente a tal fin.

Como Pozo (1989) destaca, existen diversos modelos didácticos centrados en lograr el tan afamado cambio conceptual que, si bien presentan diferencias intrínsecas propias a cada modelo, todos ellos comparten la misma concepción en relación a la naturaleza del cambio conceptual. Detallar puntualmente dichas diferencias excedería con creces el alcance de este trabajo, por lo que remitimos al lector a la obra de Cosgrove y Osborne (1985), asimismo como al trabajo de Pozo (1989, p. 253).

Como conceptualización general, sin embargo, Pozo (2000) comenta que podemos encontrar dos grandes grupos de modelos didácticos ligados al cambio conceptual: unos centrados en el conflicto cognitivo y otros en la contrastación de modelos. Las propuestas didácticas del primer tipo siguen una secuencia de instrucción común, la cual puede conceptualizarse, de manera abreviada, en tres grandes fases: 1) elicitación de los conocimientos previos de los alumnos a través de tareas (ej: inferencias predictivas o solución de problemas), 2) confrontación de las teorías implícitas -las cuales ahora portaran cierto grado de explicitación- con una situación conflictiva (ej: presentación de datos o realización de experiencias, y 3) como la mayor parte de los aprendices no podrá resolver el conflicto mediante su conocimiento previo o teoría implícita, “algunos de los modelos proponen presentar, mediante exposiciones o explicaciones del maestro, teorías o conceptos alternativos que permitan integrar los conocimientos previos con la nueva información presentada” (Pozo, 2000, p. 145).

Pozo (2000) comenta que el grado de asimilación por parte del aprendiz de la nueva teoría presentada dependerá fundamentalmente tanto de la capacidad de la nueva teoría para dar cuenta de las anomalías que la teoría implícita no podía resolver, como también de la relación que establezca el sujeto con los conflictos planteados (si se genera un proceso de acumulación

y expansión de su teoría previa, o si efectivamente ocurre el cambio conceptual producto de una reestructuración fuerte, similar al proceso de acomodación planteado por Piaget).

El segundo grupo de propuestas en relación a la aplicación didáctica para el cambio conceptual enunciada por Pozo (2000) se refiere a aquellos modelos centrados no en el conflicto cognitivo sino en la contrastación de modelos, siguiendo la epistemología de Lakatos (1978): “[l]a idea es que el cambio conceptual está más vinculado a la diferenciación y reorganización de las posiciones teóricas que. A la existencia de datos empíricos a favor o en contra” (Pozo, 2000, p. 156). En este sentido, Pozo (2000) alega que de nada sirve exponer al alumno a conflictos cognitivos si no se le presenta posteriormente un modelo teórico alternativo, es decir, el conocimiento científico. Pozo comenta que por más conflicto que se genere en el alumno, si estos no disponen de un modelo alternativo con el cual poder reinterpretar dicha disonancia,

lo más probable es que su respuesta al conflicto sea considerar esos casos como contraejemplos ocasionales, no como la norma, (...) por ello, una condición necesaria para el cambio conceptual es proporcionar a los aprendices modelos o teorías alternativos desde los que reinterpretar la realidad y sus propios conocimientos. (ibid)

Es interesante notar que si bien, como la máxima del aprendizaje constructivista reza, el alumno es el participante activo y fundamental, este tipo de modelos para el cambio conceptual supone un rol fundamental del docente. Este último será quien, en función de provocar el cambio conceptual, deberá profundizar no solamente en las teorías implícitas del alumno o en el modelo teórico alternativo, sino que también en la brecha que se abre entre ambos, ya que según Pozo (2000) esto constituye uno de los principales obstáculos para lograr el cambio conceptual. En palabras del autor español:

Se trataría no ya de presentar el modelo científico (eso es al fin y al cabo lo que hace la instrucción tradicional), sino de ayudar previamente al aprendiz a construir, más allá de sus teorías implícitas, las teorías conceptuales adecuadas (interacción, equilibrio, cuantificación o las que sean) para asimilar esas teorías científicas incompatibles con sus conocimientos implícitos. (Pozo, 2000, p. 157)

En este sentido, como correlato de lo enunciado anteriormente, el modelo instruccional de Pozo (1989) para el cambio conceptual consta de seis pasos que siguen una secuencia lógica y lineal:

1) exposición de los objetivos de la unidad, 2) consolidación de las teorías del alumno, 3) provocación y toma de conciencia de conflictos empíricos, 4) presentación de teorías científicas alternativas, 5) comparación entre las teorías del alumno y las teorías alternativas, 6) aplicación de las nuevas teorías a problemas ya explicados por la teoría del alumno y a problemas no explicados.

De esta forma, como toda instrucción que se aprecie de constructivista (Pozo, 2000), la estrategia de enseñanza para el cambio conceptual en Pozo (1986) comienza con una fase preliminar, en donde se presenta el material a ser abordado, en función de poner en juego las representaciones implícitas o ideas previas que los alumnos posean sobre la temática en particular. Pozo (1989) sugiere que esto “[p]uede lograrse mediante la realización de experiencias, la exploración o incluso la presentación de un modelo conceptual alternativo” (p. 254). Lo central en estos primeros pasos para Pozo (1989) es que las concepciones del alumno que antes eran implícitas, ahora emerjan en la consciencia de los alumnos; esta toma de consciencia, como hemos señalado *supra*, es condición *sine qua non* para que el alumno pueda transformar sus ideas previas en un saber científico. En este sentido, Pozo sostiene que como ideal, a la par de que se genera dicha toma de consciencia, al alumno se le debe hacer notable las contradicciones que existen entre sus saberes previos y el conocimiento científico; contradicción que puede suscitarse, por ejemplo, a través de un experimento que refute empíricamente las teorías implícitas del aprendiz.

3.2. Implicancias didácticas del cambio representacional.

Es notable el hecho de que Pozo, en su reconceptualización del cambio conceptual como cambio representacional, no delimita detalladamente un modelo didáctico para el cambio representacional, como sí lo hace frente al cambio conceptual. Como hemos señalado en la introducción, uno de los objetivos específicos de este trabajo es poder, en cierta forma, llenar este hueco teórico, y proponer, amparados en la teoría de Pozo, directrices didácticas que favorezcan el cambio representacional. Si bien Pozo no es explícito en cuanto a estrategias didácticas puntuales, sí podemos esbozar algunas de ellas que se desprenden de sus apreciaciones en relación al cambio representacional. El mismo Pozo (Pozo y Flores, 2015) alega que uno de los puntos centrales de su teoría sobre el cambio representacional, la relación armónica que podría establecerse entre las diferentes representaciones como un proceso de redescrición representacional, deja abierta la puerta a una multiplicidad de estrategias posibles

para abordar los diferentes sistemas de ideas o representaciones con los cuales los alumnos se presentan en las aulas.

Como correlato de lo planteado anteriormente en relación al cambio representacional, una de las implicancias didácticas de mayor profundidad en contraste con el cambio conceptual radicaría en el abordaje por parte del docente de las teorías implícitas de los alumnos. Mientras que las estrategias didácticas en relación al cambio conceptual clásico están enfocadas, más o menos agresivamente, a la sustitución o reemplazo de las teorías previas de los alumnos -las cuales aparecen hasta por momentos rebajadas (e.g. el rótulo de ‘conceptos erróneos o *misconceptions*- de Vosniadou, 1994), el docente que quiera fomentar el cambio representacional en sus alumnos le dará valor intrínseco e importancia contextual a las teorías implícitas de sus estudiantes (Pozo, 2007).

Esto generará, a nuestro entender, una menor resistencia en la adopción de conocimientos científicos, ya que

esta idea de que adquirir nuevos conocimientos no implica tanto reemplazar unos por otros como multiplicar y diversificar las posibles formas de representarse un objeto no solo se ajusta mejor a nuestra cultura del aprendizaje -caracterizada por la diversificación y descentración de puntos de vista y de saberes, incluso dentro de la propia ciencia y el saber académico- sino a lo que hoy en día sabemos sobre el propio funcionamiento cognitivo. (Pozo, 2007, p. 12)

En otras palabras, en lugar de enseñar el conocimiento científico como el único válido en todas las áreas, los alumnos aprenden múltiples formas de abordar el mundo, lo cual redundaría en un aprendizaje de mayor complejidad. Podríamos pensar, en este sentido, que el conocimiento científico se incorpora con mayor eficacia. En lugar de entrar en una batalla contra las teorías implícitas, lo que casi inexorablemente supone una derrota, el docente incorpora y abraza las teorías implícitas del alumno, dándoles crédito y utilidad dentro de un campo de acción circunscripto. El conocimiento científico, por ende, se incorporaría dentro de un sistema representacional y jerarquizado, relacionándose más o menos armónicamente con el conocimiento previo. En palabras de Pozo (2001):

Para dar un último golpe a la epistemología positivista que todavía ronda por las aulas, se plantea como meta instruccional que los alumnos reconozcan la existencia de diversos modelos alternativos que compiten con sus tesis de interpretación y explicación de los fenómenos naturales y sociales. Es en la exposición y contrastación de estos modelos donde los alumnos aprenden a delimitar mejor sus respectivos puntos de vista y a argumentar críticamente sobre estos. (p. 514)

Las estrategias de enseñanza para el cambio representacional, entonces, deberían no solamente estar enfocadas hacia la ampliación del abanico de representaciones de los alumnos, sino asimismo a que éstos puedan lograr activar y utilizar determinadas representaciones de su repertorio adecuándose a las demandas del contexto. Por ejemplo, Pozo (2007) surgiere en que en lugar de buscar que los alumnos abandonen sus teorías implícitas en relación a la gravedad -las cuales parecen formarse en los primeros meses de vida-, “se trataría de que logren diferenciar entre diferentes representaciones de la vida de los cuerpos y aprendan a usarlos discriminativamente en función del contexto” (Pozo, 2007, p. 12). Es pertinente aclarar, asimismo, que esta heterogeneidad representacional no implica una relación de horizontalidad entre ellas, sino una suerte de jerarquía contextual. En pocas palabras, las teorías implícitas funcionarían mejor en contextos cotidianos frente a las teorías científicas, mientras que éstas últimas serían más eficientes en otro tipo de contextos donde se requiera un mayor nivel de abstracción o potencia explicativa.

De igual forma, el docente no debe enseñar nociones estáticas en relación al conocimiento científico, sino que debe apuntar hacia el cambio y la fluctuación en el conocimiento, el cual cambia de acuerdo a las circunstancias. En otras palabras, así como toda teoría científica no es generalizable a cualquier circunstancia o contexto, el docente debe remarcar este hecho, transmitiendo asimismo la variabilidad o la potencia representacional que pueden ejercer determinadas teorías científicas en determinados momentos, en donde quizás la teoría predominante en cierto campo no sirva para dar cuenta cabal de la situación, y se necesite generar cierta adaptación o recurrir a otra teoría (Pozo, 2001).

En función de lograr esto último, la didáctica debe asimismo apuntar a la aparición de procesos metacognitivos en los alumnos, desde los cuales estos puedan ser consciente de la relación y diferenciación que se establece entre sus teorías implícitas y el conocimiento científico, adquiriendo a su vez una relación metarepresentacional con las teorías científicas, las cuales

son objeto mismo de representación y análisis: “mientras que en el conocimiento cotidiano pensamos *con* las teorías, actuar como un científico implicar pensar *en* las teorías” (Pozo, 2007, p. 15). En cierta forma, puede entenderse que este es el corazón de la propuesta de Pozo para el cambio representacional, el poder lograr una redescrición o reconceptualización de las teorías implícitas desde el conocimiento científico, en donde asimismo las teorías científicas pueden ser redescritas por otras de mayor alcance y potencia, en donde “la función de la instrucción científica sería promover una redescrición o explicación de ese conocimiento cotidiano en términos de modelos científicos más complejos y potentes” (Pozo, 2002, p.263).

Sobre la instrumentalización didáctica concreta en relación a cómo llevar a cabo efectivamente este proceso de ampliación, contextualización y jerarquización de las representaciones, como comentábamos anteriormente, Pozo no ofrece una respuesta concreta o abarcativa. Sin embargo, en uno de sus trabajos, Pozo (1999) desliza que este contraste y redescrición entre las teorías implícitas y el conocimiento científico, que da lugar al cambio representacional, puede darse a través del diseño de ciertos escenarios y actividades de enseñanza, y que asimismo los esfuerzos deben estar orientados hacia “indagar más en las formas de argumentar y contrastar modelos a partir de esas situaciones, en las formas de explicar las ciencias, igual que en otras materias” (Pozo, 1999, p. 518). Como correlato de esto, Pozo propone una enseñanza de la ciencia basada en modelos, en donde esta emerge como una manera particular de entender el mundo. En este sentido, “aprender y enseñar ciencia consistirá, en gran medida, en desarrollar, contrastar y argumentar diferentes modelos para diferentes tareas y problemas, de forma que se puedan integrar o redescibir entre sí” (ibid). De esta forma, Pozo argumenta que el contraste debe ser sobre todo en la dimensión teórica, y no tanto en la empírica, como sí proponen ciertos modelos basados en el cambio conceptual a través del conflicto empírico.

Si bien, como se puede observar y ya hemos remarcado, Pozo no ofrece estrategias didácticas concretas, creemos que el contraste teórico que mencionamos en el párrafo anterior puede producirse eminentemente gracias a una de las estrategias didácticas más antiguas: el diálogo socrático. A través de un diálogo socrático entre docente y alumno, en donde se tenga como mira el cambio representacional, el alumno puede ir logrando explicitar sus teorías implícitas, a la vez que comparar, integrar, contextualizar, jerarquizar y redescibir su conocimiento previo en relación al conocimiento científico.

Asimismo, la clase expositiva mezclada con debate puede emerger como otro escenario propicio para fomentar el cambio representacional. Es en la parte expositiva donde el docente puede presentar el modelo científico, mientras que en un debate anclado en el diálogo socrático puede generarse la redescrición, jerarquización y contextualización entre el conocimiento previo y la teoría que se está impartiendo. De igual forma, el docente puede diseñar experimentos teóricos donde el alumno pueda ver como su teoría implícita palidece en comparación a las explicaciones que una teoría científica puede dar y, de forma inversa, comprender como en ciertas situaciones es mucho más económico y eficiente en términos cognitivos el poder emplear las teorías implícitas, sobre todo en situaciones cotidianas.

Como correlato de lo anterior, creemos pertinente destacar, asimismo, el rol que juega el docente en la didáctica del cambio representacional. Como observábamos en la introducción, Pozo (1999) esquivo el por momentos políticamente correcto discurso constructivista dentro del ámbito educativo, desde el cual se intenta correr y dejar de lado a la figura del docente, mientras que todo el peso del aprendizaje recae en el alumno, quien es el único artífice posible del proceso de aprendizaje. Si bien consideramos, como también lo hace Pozo (2000), que el alumno cumple un rol primordial y activo en la construcción de su propio aprendizaje, creemos que el rol del docente ha sido menospreciado desde ciertos discursos pedagógicos (Pozo, 1999). En este sentido, en procesos didácticos de cambio representacional, el docente vuelve a tomar un rol fundamental que, nuevamente, sin desplazar al alumno como motor intrínseco del aprendizaje, es el que ayuda al alumno a “explicar o redescibir sus propias concepciones implícitas, contrastándolas con otras concepciones explícitas, a través del diseño de ciertos escenarios y actividades de enseñanza” (Pozo, 1999, p. 518). Bajo esta nueva mirada se da un proceso de recuperación y redescrición de la labor docente, ya que este último deberá alejarse de posturas unidimensionales y reduccionistas, para poder abrazar y transmitir una multiplicidad de voces, teorías y formas de ver el mundo. De igual forma, el rol del alumno se ve transformado: ya no bastará que este repita mecánicamente lo expuesto por el docente, sino que deberá argumentar y redescibir el conocimiento en función de sus propias teorías implícitas, las cuales asimismo “se irán también redescibiendo, explicitando y reestructurando” (íbid).

Asimismo, otra importante apreciación didáctica radica en que la enseñanza para el cambio representacional no estaría únicamente centrada en aspectos meramente conceptuales o cognitivos. En este sentido, el cambio representacional de Pozo (1999) entraría en consonancia

con un conjunto de nuevos paradigmas que intentan reconceptualizar el aprendizaje humano más allá de lo estrictamente mental, como proponen los modelos posracionalistas (e.g. Silenzi, 2020). En consonancia con los planteamientos de Pozo, desde este enfoque se concibe al aprendizaje como un proceso situacional y encarnado, donde el alumno aparece desde una óptica más integradora, teniendo en cuenta el papel fundamental que cumplen, por ejemplo, el cuerpo, el contexto y las emociones en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Otro punto central con el cuál orientar procesos de cambio representacional en la instrucción radica para Pozo (2007) en la importancia de que los alumnos no solamente puedan describir sus concepciones implícitas a través del nuevo conocimiento incorporado, sino de que los alumnos accedan las nuevas formas de lenguaje y a los nuevos códigos representacionales que se desprenden de las teorías científicas. Como Pozo (2007) sostiene,

el conocimiento científico se basa en sistemas de representación externa, cultural e históricamente generados, y los alumnos tienen que apropiarse de ellos porque esos sistemas representacionales -en cuanto lenguajes, soportes y formatos- les van a permitir acceder a representaciones, a modelos, que sin ellos no serían posibles. (pp. 16-17)

En otras palabras, la incorporación de lenguaje específico amplía las posibilidades de representación de la mente humana, habilitando nuevas formas tanto de reinterpretar las concepciones implícitas como de entender el mundo. Como correlato didáctico, los docentes deben hacer especial énfasis en la utilización de vocabulario específico y técnico, no ya por un mero hecho de forma o tono, sino para poder ampliar las posibilidades representacionales de sus alumnos. El docente puede promover la utilización del tipo de lenguaje o código específico ya sea a través de un proceso de modelado -es el docente quien lo utiliza en primer término y los alumnos reproducen- o realizando actividades específicas en donde el alumno pueda comprender como el lenguaje puede ampliar su potencia representacional.

Conclusión

La sociedad en general y las sociedades occidentales desarrolladas en particular han sido producto, en las últimas décadas, de profundas transformaciones. Estos cambios radicales han transformado asimismo nuestra cultura del aprendizaje (Pozo, 2000), es decir, las maneras en

las cuales aprendemos y nos relacionamos con el conocimiento. Generar nuevos métodos y estrategias de aprendizaje que resulten más eficientes ha sido el corazón de la didáctica en general y de las didácticas particulares. Dentro de las nuevas demandas que supone la nueva cultura del aprendizaje, resulta hoy más relevante que nunca encontrar métodos de transmisión del conocimiento en general y de la ciencia en particular más eficientes y adecuados. En este trabajo, nos propusimos indagar en uno de estos procesos: el cambio representacional.

De esta forma, este trabajo tuvo como objetivo central el explorar las implicancias didácticas que posee el pasaje del concepto del cambio conceptual al cambio representacional en la obra del psicólogo español J. I. Pozo. Luego de introducir y contextualizar la investigación, hemos señalado como ciertos conceptos, sobre todo dentro del área de la psicología del aprendizaje (e.g. procesos de acomodación en Piaget, 1986), sirven de antecedentes para el cambio conceptual. De manera siguiente, presentamos las principales investigaciones que han abordado el concepto de cambio conceptual y el cambio representacional, haciendo foco en aquellas relacionadas con la didáctica y la instrucción.

Luego, presentamos el concepto del cambio conceptual en la obra de Pozo, conjuntamente con el modelo propio del autor. Posteriormente, destacamos como los modelos del cambio conceptual, particularmente debido a las decepciones ocurridas en su implementación, fueron dando lugar a una reconsideración de los mismos. Específicamente, en este trabajo nos hemos basado en uno de aquellos nuevos enfoques sobre el cambio conceptual: el cambio representacional. Más que un proceso de sustitución de un tipo de aprendizajes por otro, hemos argumentado que el cambio representacional supone la multiplicación de las representaciones de los alumnos, como asimismo un proceso de integración, contextualización y jerarquización de dichas representaciones, en donde se abre una nueva forma de comprender la relación entre el conocimiento implícito y la ciencia (Pozo, 2001). Es así que en la última sección de nuestro trabajo nos dedicamos a comparar las implicancias didácticas que surgen del pasaje del concepto de cambio conceptual al cambio representacional en la obra de Pozo.

Como hemos detallado anteriormente, una de las implicancias didácticas centrales radica en cómo los docentes conciben y articulan los conocimientos previos -o teorías implícitas- de sus alumnos en relación la ciencia que intentan impartir. Mientras que desde los modelos clásicos del cambio conceptual el docente pugnaba más o menos agresivamente por el cambio o la sustitución radical, el docente que intenta promover el cambio representacional, en lugar de

suprimirlas o rebajarlas, parte de las teorías implícitas del alumno como la piedra sobre la cual se va a erigir el conocimiento científico (Pozo, 2002). Como hemos argumentado, esto le otorga valor intrínseco a las teorías implícitas, mientras que facilita la incorporación del conocimiento científico en los alumnos al generar menor resistencia.

De esta forma, mostramos como el cambio representacional se presenta como particularmente pertinente a la nueva cultura del aprendizaje actual, signada por la descentralización del conocimiento y la relativización de los saberes. En este sentido, el docente ya no imparte un solo modelo científico posible de manera unidimensional y absoluta, sino que ofrece un abanico de formas de interpretar el mundo, en las que se cuentan las teorías implícitas de los alumnos. El contexto adquiere entonces una importancia central, ya que será éste quien determine la utilización de determinadas representaciones de acuerdo a sus demandas propias (Pozo, 2002). Ergo, como parte de la instrucción, los alumnos deben aprender a contextualizar y jerarquizar sus distintas representaciones, obteniendo asimismo habilidades metacognitivas que les permitan representar y redescibir tanto al conocimiento implícito como al conocimiento científico.

Si bien no hemos encontrado en la teoría de Pozo propuestas en relación a estrategias didácticas concretas para promover el cambio representacional, hemos ofrecido propuestas que podrían llevar a cabo este proceso. Basados en la premisa general de Pozo que dichos modelos deberían “indagar más en las formas de argumentar y contrastar modelos a partir de esas situaciones, en las formas de explicar las ciencias, igual que en otras materias” (Pozo, 1999, p. 518), haciendo un foco primordial en conflictos de tipo teórico más que empírico, hemos propuesto que el diálogo socrático, la clase expositiva reformulada combinada con debate, y el diseño de experimentos o actividades teóricas pueden mostrarse como estrategias eficaces para: a) explicitar las teorías implícitas de los alumnos, b) ofrecer un abanico de modelos científicos alternativos (la clase expositiva reformulada en particular), c) promover procesos de integración, contextualización y jerarquización entre las diversas representaciones y d) incitar procesos de redescipción representacional y fomentar habilidades metacognitivas.

Asimismo, hemos analizado como el rol tanto del docente como del alumno cambia dentro de las aulas desde la perspectiva didáctica del cambio representacional. Mientras que el docente vuelve a adquirir un valor que por momentos parece perder en las lógicas constructivistas, promoviendo la redescipción del conocimiento implícito del alumno a la par que presentando

modelos alternativos, el alumno profundiza en el rol activo que se le ha adjudicado siempre desde las posturas constructivistas. Por último, consideramos la importancia fundamental del lenguaje y los códigos particulares de la ciencia como un componente imprescindible del cambio representacional. Son el lenguaje y los códigos propios del pensamiento científico los que permiten expandir las potencialidades representacionales de los alumnos, habilitando el acceso a nuevas formas de comprender el mundo (Pozo, 2002). Como correlato didáctico, sugerimos que esto puede lograrse a través de un proceso de modelado por parte del docente o con el diseño de actividades específicas destinadas a que los alumnos experimenten la potencia representacional que les ofrece el lenguaje de la ciencia.

Consecuentemente con sus postulados en relación al cambio representacional y a su adopción de la epistemología de la complejidad (Morin, 1994), Pozo (1999) plantea que la didáctica orientada hacia el cambio representacional no constituye la epitome de los modelos de enseñanza, sino que se debe buscar la integración e interrelación con otros modelos, no en un relativismo ecléctico y arbitrario, sino en una integración jerarquizadora que pueda dar cuenta de las demandas propias del aprendizaje en la actualidad. En palabras del Pozo (1999): “tampoco la didáctica de la ciencia puede ser unidimensional sino que debe de acoger, y aún más, múltiples voces y modelos, e intentar integrarlos” (p. 518).

En este sentido, una limitación particular de este estudio radica en su generalidad. A lo largo de este trabajo, aunque con excepciones, hemos dado cuenta de modelos -tanto para el cambio conceptual como para el cambio representacional- que se dirigen hacia consideraciones de la didáctica de la ciencia en general. Si bien podríamos considerar a la didáctica de la ciencia como una didáctica específica, cada disciplina en particular posee sus propios matices y sus propias formas de comprensión de la enseñanza, en donde ciertas estrategias funcionan en algunos casos mientras que fallan en otros (de Camilloni, 2007). Por ende, cada didáctica específica de cada disciplina en particular deberá considerar si las propuestas de enseñanza señaladas en este trabajo son aplicables y beneficiosas en su campo, o si quizás el cambio representacional no sea el lineamiento de enseñanza más adecuado.

Como todo trabajo fundamentalmente anclado en la teoría, puede considerarse que esta investigación peca de abstracción. En otras palabras, si bien hemos analizado las mutaciones del cambio conceptual como cambio representacional haciendo hincapié en sus repercusiones didácticas, muchos de estos enunciados se presentan como hipótesis de trabajo y directrices a

seguir. Si bien el desarrollo teórico es fundamental para el progreso científico, este emerge con grandes limitaciones si no es llevado a la práctica. En este sentido, solamente futuras investigaciones que se realicen en el campo de la didáctica podrán dar cuenta de las virtudes concretas de apuntar hacia el cambio representacional como estrategia didáctica. Si bien, como hemos comentado, se han hecho esfuerzos en este sentido, la investigación aún es escasa.

Para finalizar, no nos queda más que rescatar el profundo valor que le atribuye Pozo a la ciencia, el cuál amerita todo esfuerzo para optimizar su transmisión; valor que generalmente se pasa por alto en la instrucción de todos los niveles, en donde los contenidos científicos son transmitidos y asimilados como un fin en si mismo más que como una apertura a nuevas formas de percibir y comprender el mundo (Pozo, 1999). Sin embargo, como Pozo (2002) indica, la ciencia, ese acerbo cultural histórica y socialmente construido, hace posible que como seres humanos trascendamos las limitaciones cognitivas heredadas, desvelando nuevos mundos que antes aparecían invisibles y ampliando los horizontes de la existencia humana.

Referencias bibliográficas

- Birchenall, L. F. B. (2009). Introducción al estudio del cambio conceptual. *Revista Iberoamericana de Psicología*, 2(2), 75-83.
- Cosgrove, M., & Osborne, R. (1985). Lesson frameworks for changing children's ideas. *Learning in science: The implications of children's science*, 101-111.
- de Camilloni, A. R. (2007). Didáctica general y didácticas específicas. *El saber didáctico*, 23-39.
- de Ortúzar, G. H. A. (2011). La teoría del aprendizaje de Juan Municio Pozo parte 1. *Psicología y Psicopedagogía*, (24), 28-39.
- Flores, C. (2004). El cambio conceptual Interpretaciones, transformaciones y perspectivas. *Educación química*, 15(3), 256-269.
- Karmiloff-Smith, B. A. (1994). Beyond modularity: A developmental perspective on cognitive science. *European journal of disorders of communication*, 29(1), 95-105.
- Mahmud, M. C., & Gutiérrez, O. A. (2010). Estrategia de Enseñanza Basada en el Cambio Conceptual para la Transformación de Ideas Previas en el Aprendizaje de las Ciencias. *Formación universitaria*, 3(1), 11-20.
- Morin, E. (1994). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.
- Lakatos, I. (1978). Science and pseudoscience. *Philosophical papers*, 1, 1-7.
- Piaget, J., & Petit, N. (1986). *Seis estudios de psicología*. Barcelona: Seix Barral.
- Pozo, J. I., & Carretero, M. (1987). Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas: ¿Qué cambia en la enseñanza de la ciencia?. *Infancia y aprendizaje*, 10(38), 35-52.
- Pozo, J. I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
- Pozo, J. I. (1999). Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 513-520.
- Pozo, J. I. (2000). *Aprendices y maestros. La nueva cultura del aprendizaje*. Madrid: Alianza.
- Pozo, J. I., & Rodrigo, M. J. (2001). Del cambio de contenido al cambio representacional en el conocimiento conceptual. *Infancia y aprendizaje*, 24(4), 407-423.
- Pozo, J. I. (2002). La adquisición del conocimiento científico como un proceso de cambio representacional. *Investigações em ensino de ciências*, 7(3), 245-270.
- Pozo, J. I. (2007). Ni cambio ni conceptual: la reconstrucción del conocimiento científico como un cambio representacional. *Cambio conceptual y representacional en la enseñanza de la ciencia*, 73-90.

Pozo, J. I., & Flores, F. (Eds.). (2015). *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*. Madrid: Antonio Machado Libros.

Silenzi, M. I. (2020). Procesos cognitivos y cambio conceptuales: hacia un abordaje epistemológico postcognitivista. *Plumilla Educativa*, 26(2), 13-34.

Strike, K. A., & Posner, G. J. (1982). Conceptual change and science teaching. *European Journal of Science Education*, 4(3), 231-240.

Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and instruction*, 4(1), 45-69.