

El cambio teórico según Kuhn y las teorías del cambio conceptual en el aprendizaje de la ciencia

Una mirada crítica de sus relaciones

Alicia Mabel Zamudio¹
José Antonio Castorina²

Recibido: 16 de septiembre de 2020

Aceptado: 31 de agosto de 2021

Resumen: El denominado “giro historicista” en la filosofía de la ciencia de los años 60 abrió la discusión epistemológica sobre el cambio teórico en la historia de la ciencia, introduciendo el problema de la discontinuidad entre las teorías y otorgando relevancia a los procesos sociales y cognitivos que contribuían a explicar la permanencia y el cambio en diferentes campos del conocimiento. Esta perspectiva resultó atractiva para muchos investigadores en la enseñanza de las ciencias y psicólogos interesados en los cambios conceptuales involucrados en los procesos de aprendizaje de las disciplinas científicas. A tal punto que adoptaron algunas categorías relativas al cambio teórico propias de la nueva filosofía de la ciencia, y en particular de la perspectiva de Kuhn, para caracterizar procesos de cambio conceptual de los sujetos en el desarrollo y el aprendizaje. En este trabajo nos proponemos analizar algunos de los problemas que podrían resultar del uso de esas categorías, específicamente de la noción de inconmensurabilidad, si se consideran las diferencias del sujeto del cambio conceptual en la historia de la ciencia y en los procesos de aprendizaje de conceptos científicos y las condiciones específicas de sus transformaciones. Argumentaremos que la especificidad de los procesos de cambio conceptual en el aprendizaje plantea dificultades epistemológicas para que éste pueda ser explicado a partir de algunas categorías kuhnianas relativas al cambio teórico en el desarrollo de una ciencia madura, tal como lo han intentado algunos investigadores. Entendemos que este proceso de asimilación categorial constituye una forma de *aplicacionismo*. Sin embargo, reconocemos el innegable valor heurístico de la reflexión cruzada entre disciplinas.

Palabras clave: Teorías del cambio conceptual; inconmensurabilidad local; aplicacionismo; reflexión cruzada.

Title: Theoretical change in Kuhn and conceptual change theories in science learning: A critical approach to their relationships.

Abstract: The so-called “historical turn” in the philosophy of science from the sixties opened the epistemological discussion on theoretical change in the history of science and

¹ Universidad Nacional de Lanús | Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

² Universidad de Buenos Aires | CONICET, Buenos Aires, Argentina.

✉ aliciazamudio62@yahoo.com.ar |  [0000-0002-3674-4445](https://orcid.org/0000-0002-3674-4445)

Zamudio, Alicia Mabel, & Castorina, José Antonio. (2021). El cambio teórico según Kuhn y las teorías del cambio conceptual en el aprendizaje de la ciencia: Una mirada crítica de sus relaciones. *Epistemología e Historia de la Ciencia*, (2021), 6(1), 139–157.

<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/afjor/article/view/30265/>



introduced the issue of discontinuity among theories, giving relevance to social and cognitive processes that contributed to explain permanence and change in different fields of knowledge. These perspectives became attractive to many researchers in science education and psychologists, interested in conceptual change involved in learning processes of scientific disciplines. In such a way, that they adopted categories related to theoretical change from the “new philosophy of science”, particularly from Kuhn’s perspective, to characterize processes of conceptual change in development and learning. We will discuss the epistemological difficulties that emerge when theorists of conceptual change in science learning try to explain this process with Kuhnian categories related to theoretical change in the development of a mature science. We understand that this assimilation of categories constitutes a form of *applicationism*. However, we recognize the undeniable heuristic value of cross-disciplinary reflection.

Keywords: Conceptual change theories; incommensurability; applicationism; cross-reflection.

Agradecimientos: a quienes han evaluado este artículo, ya que con su atenta y cuidadosa lectura, sus comentarios y preguntas contribuyeron a la mejora de nuestro trabajo.

1. Introducción

El cambio conceptual (en adelante, CC) ha sido entendido por algunos psicólogos del desarrollo y especialistas en enseñanza de las ciencias como un tipo de aprendizaje que implica cambios fundamentales en el contenido y organización del conocimiento disponible, con su consecuente reestructuración, así como la adquisición de nuevos conceptos relativos a dominios específicos de conocimiento. La investigación sobre el CC intenta, principalmente, explicar las dificultades de los estudiantes para aprender los conceptos más avanzados y contraintuitivos de áreas específicas de las ciencias, para luego intentar dar cuenta de la reorganización de sus conocimientos. Este tema ha dado lugar a un conjunto diverso y heterogéneo de investigaciones.

Es posible distinguir una línea de indagación centrada en caracterizar la naturaleza del conocimiento disponible, ideas ingenuas o saberes cotidianos –que parte de la literatura identifica como concepciones erróneas (*misconceptions*)³–, y su papel respecto del aprendizaje de conceptos científicos. Estas concepciones ingenuas se asimilan a una variedad de categorías epistémicas que suponen diferentes niveles de organización y sistematicidad: teorías en sentido débil (Carey, 2000; 1991; 1985; Gopnick & Wellman, 2002); conjuntos de conocimientos fragmentados no consistentes (Di Sessa, 2013; 2017); ecologías conceptuales (Strike & Posner, 1992); teorías específicas y teorías marco (Vosniadou, Skopeliti & Ikospentaski, 2005; Vosniadou, 2013). Di Sessa (2013; 2017) destaca la falta de consenso en torno a la naturaleza de las ideas ingenuas (*naive*

³ Halldén, Scheja & Haglund (2013) identifican el acento puesto en la falibilidad y la dificultad como un racionalismo negativo en el que el saber disponible es identificado en términos de obstáculo en relación con la posibilidad del CC. Al respecto refieren a las diferencias con los estudios de Piaget cuyo objetivo consistía en identificar los rasgos del pensamiento infantil y no sus “deficiencias”. Más bien, estos rasgos constituían las bases de una explicación psicogenética del conocimiento como fundamento de una epistemología naturalizada.

ideas) y entiende que la oposición entre fragmentación y coherencia es epistemológica y empíricamente fundamental⁴.

Asimismo, las teorías se proponen explicar los mecanismos del CC, que no son independientes de los modos en que se caracteriza el conocimiento previo disponible. Por ejemplo, la teoría del *bootstrapping* de Carey (2004; 1999), que desarrollaremos en próximos apartados, representa uno de los intentos más sistemáticos de explicación de este fenómeno, especialmente en los dominios biológico y matemático. Sus indagaciones se centran en las concepciones espontáneas de los niños y no en las situaciones del aprendizaje escolar, reconociendo cierto rol al lenguaje y la cultura en ese proceso constructivo. Por su parte, la perspectiva denominada de las *teorías marco* de Vosniadou (2013) indaga especialmente el dominio de la física y la astronomía infantiles, e interpreta que el aprendizaje de la ciencia supone cambios fundamentales que no se restringen al contenido específico de las teorías ingenuas de un dominio determinado, sino que involucra cambios imprescindibles, con diferente grado de complejidad, de los compromisos ontológicos y epistemológicos de los sujetos. Señala, por ejemplo, en sus clásicas investigaciones sobre las concepciones infantiles acerca de la forma de la Tierra, que la comprensión del concepto científico requiere recategorizar la Tierra ontológicamente de un objeto físico a un objeto físico astronómico. Refiere también que el conocimiento epistemológico necesario para dar sentido a la teoría atómica de la materia incluye la naturaleza de los modelos científicos y sus relaciones con los objetos observados (Vosniadou, 2013).

Las investigaciones sobre CC abordan así la cuestión de la novedad cognitiva en los sujetos de aprendizaje e intentan explicar el surgimiento de un conocimiento a partir de otro disponible, pero, a su vez, irreductible a éste. Gran parte de estas investigaciones se proponen también fundamentar posibles intervenciones didácticas capaces de favorecer estos procesos de cambio. Algunos investigadores han postulado posibles analogías entre los procesos de CC a nivel subjetivo –en el marco del desarrollo espontáneo o del aprendizaje bajo condiciones artificialmente construidas en situaciones de enseñanza escolar de las ciencias– y el CC en la historia de la ciencia, según ha sido explicado y entendido por las epistemologías historizadas que han abordado la cuestión del cambio cognoscitivo. Como veremos más en detalle en próximos apartados, han sostenido esta analogía desde las investigaciones del CC, entre otros, Strike y Posner y, especialmente Carey, una de las más destacadas investigadoras actuales al respecto.

⁴ Di Sessa (2013) ha tematizado específicamente la cuestión. Las posiciones enfrentadas en el debate son las que sostienen que las ideas previas o ingenuas constituyen fragmentos variados e independientes entre sí –Knowledge in Pieces (KIP)–, por un lado, y las que las identifican con totalidades coherentes relativas a un cierto dominio de conocimiento, asimilables a la categoría de teoría, por otro. La objeción planteada por Di Sessa a la versión coherentista se centra en la falta de claridad respecto de los requisitos que debe reunir una descripción de material empírico para poder predicar coherencia global, ya que a partir de un conjunto muy limitado de afirmaciones de los sujetos en un lenguaje natural se infiere una estructura. Sin embargo, los datos no resultan suficientes para analizar el tipo de relaciones que se establecen entre los elementos. Se requiere, por lo tanto, una especificación del tipo de relaciones que caracterizarían la estructura que, según el autor, está ausente en las investigaciones y carece de definiciones. Propone indagar el tipo de relaciones que caracterizan el conocimiento ingenuo y no predicar de este –casi a priori–, el tipo de relaciones que se establecen en la estructura relacional de los conceptos científicos. Desde la perspectiva KIP, la idea de coherencia global de las ideas previas puede resultar obstaculizadora para comprender el CC por lo que se considera necesario apuntar al nivel subconceptual y parcial

En lo que sigue nos proponemos analizar el problema de la asimilación de categorías surgidas en el seno de la filosofía de la ciencia de Kuhn, específicamente de la noción kuhniana de inconmensurabilidad, por ciertas investigaciones del CC en el aprendizaje para dar cuenta de este último. La tesis que sostenemos es que la pretensión de explicar el CC en el aprendizaje desde conceptualizaciones surgidas de la filosofía de la ciencia para dar cuenta del cambio teórico en la historia resulta problemática. Se requiere una revisión crítica de lo que consideramos una forma de *aplicacionismo*, al tiempo que sostendremos el valor de la reflexión cruzada entre las investigaciones del CC y la filosofía y la historia de la ciencia

2. Las investigaciones del cambio conceptual

Como lo hemos anticipado, la investigación sobre CC ofrece un panorama muy heterogéneo en múltiples aspectos relacionados con sus marcos interpretativos y sus supuestos epistemológicos. Es posible identificar entre los investigadores a psicólogos del desarrollo, enrolados en diferentes vertientes de la psicología cognitiva, y también a profesores de ciencias preocupados por las dificultades en el aprendizaje de conceptos científicos en diferentes dominios⁵ (particularmente física, química, biología y, en menor medida, matemática y ciencias sociales). En ambos grupos es posible identificar autores que buscan en la filosofía de la ciencia de la segunda mitad del siglo XX, especialmente en Kuhn, una fuente capaz de proporcionar algunas categorías explicativas del proceso de CC en el sujeto que aprende. Interpretamos a estos ensayos como formas de aplicacionismo; es decir, de utilización con fines explicativos de categorías originadas en un cierto campo a otro campo diferente, sin considerar sus rasgos propios, para dar cuenta de los fenómenos de este último. En este sentido el *aplicacionismo* supone establecer analogías entre los fenómenos que se explican a través de las mismas categorías, y muchas veces homologías. Para ciertos psicólogos (Gellatly, 1997), atribuir al pensamiento infantil propiedades del conocimiento que producen las comunidades científicas, aun en un sentido debilitado, es un error o una falacia categorial en el sentido definido por Ryle en *The Concept of Mind*. Esto es, cuándo se introducen en una conjunción (o una disyunción) términos que pertenecen a distintas categorías (Ryle, 1967), lo que es semejante a la “transposición de géneros” caracterizada por Aristóteles. Los teóricos caerían en tal falacia al interpretar el desarrollo cognitivo de un individuo en los términos del desarrollo histórico de la ciencia, es decir, al suponer que un cambio de ideas individuales es equivalente a un cambio de teorías en la historia de una ciencia madura.

Posner y colaboradores (1982), desde la enseñanza de las ciencias, en un trabajo pionero, formularon su pregunta relativa al CC en los siguientes términos: ¿cómo pasan

⁵ A qué refieren las teorías del CC cuando aluden a diferentes dominios de conocimiento resulta una cuestión problemática, ya que las distinciones que parecen adoptarse, más cercanas a las distinciones entre campos disciplinares, no se corresponden estrictamente con los dominios que configuran el conocimiento espontáneo del sujeto. Pozo (2003) reconoce una multiplicidad de taxonomías al respecto. Propone tres clases o tipos: el dominio psicológico, que corresponde a dominios nucleares o universales cognitivos del conocimiento humano, por ejemplo, el físico y el social; dominios epistemológicos, que responden al sistema de disciplinas en el que se clasifica el conocimiento en una sociedad y en un momento histórico dados; por último, dominios instruccionales que se corresponden con las disciplinas que se enseñan en la escuela

los estudiantes de una concepción C1 a una concepción C2?, entendiendo por “concepción” a un objeto cognitivamente complejo en el que se interrelacionan un conjunto de elementos. Según los autores, la mera identificación de las denominadas concepciones erróneas o marcos alternativos no constituye un aporte suficiente para comprender la relación entre las concepciones de los estudiantes y los nuevos conocimientos, que resultan incompatibles entre sí. Entienden que una mejor y más adecuada fuente de hipótesis para explicar el CC se encuentra en la filosofía de la ciencia que ha considerado como cuestión central “cómo los conceptos cambian ante el impacto de nuevas ideas” (Posner et al., 1982, p. 211). Se proponen construir así un modelo general del CC derivado de la filosofía de la ciencia que ilumine el problema del aprendizaje. Parten de considerar que el aprendizaje es una actividad racional, es decir, que “el aprendizaje concierne a las ideas, su estructura y la evidencia disponible para sostenerlas. No se trata simplemente de la adquisición de un conjunto de respuestas correctas, comportamientos o repertorio verbal” (Strike et al., 1982, p. 212). Sostienen así que existe un patrón común de CC en el aprendizaje y en la ciencia. Entendemos que el supuesto en este caso es el de una homología. Los propios términos de la teoría del CC que sostienen los autores se identifican con la concepción de Kuhn del cambio teórico en la historia. De este modo consideraron el CC en el aprendizaje como el reemplazo de viejas concepciones por otras nuevas, al modo del paso de un paradigma a otro en un proceso de revolución científica. Asimilaron la resistencia al cambio de un paradigma con la persistencia de las denominadas concepciones erróneas. Según los autores, el CC es radical y discontinuo y requiere que haya disconformidad con las concepciones existentes (como en los períodos de crisis en el desarrollo de una ciencia madura), que exista una concepción alternativa que sea inteligible, que la nueva concepción resulte plausible y sea fructífera (Strike et al., 1982). Los autores transfieren así las categorías asimilando los sujetos de aprendizaje a las comunidades científicas y las condiciones creadas en los procesos de enseñanza con las condiciones históricas del desarrollo de las ciencias. En este marco el conflicto cognitivo adquiere un papel central en el reemplazo de ideas anteriores por otras nuevas en los sujetos del aprendizaje en las explicaciones del CC. Sin embargo, las investigaciones empíricas han mostrado que el conflicto cognitivo no siempre produce esos cambios. Las ideas preexistentes rara vez son completamente eliminadas, sino que conviven como parte del sistema de creencias del sujeto y son utilizadas en distintos contextos para la explicación de fenómenos análogos. Éstas, a su vez, parecen bastante consistentes en contextos o subdominios concretos, aunque carezcan de consistencia global (Gómez Crespo & Pozo, 2014). Strike y Posner (1992) publicaron un artículo crítico a su propuesta original en el que consideraron necesarias algunas revisiones, a saber: la necesidad de considerar un espectro más amplio de factores para describir lo que denominarán *ecología conceptual*⁶ de un estudiante, incluyendo motivos y objetivos, así como las fuentes institucionales y sociales; entender que las concepciones científicas y las concepciones erróneas pueden

⁶ La noción de ecología se adopta metafóricamente para referirse a la interdependencia entre los elementos de un cierto sistema o conjunto sin suponer una perspectiva biológica del problema en cuestión. Subyace el supuesto de que el sistema conceptual del sujeto puede entenderse al modo de un sistema ecológico, en el sentido de que todos sus componentes se vinculan entre sí y que las variaciones en una parte tienen implicaciones en la totalidad del sistema.

coexistir con diferentes modalidades de representación y diferentes grados de articulación y que se requiere una perspectiva del desarrollo así como una perspectiva interaccionista acerca de las ecologías conceptuales. De este modo esta nueva versión debilita la idea de una sustitución radical como mecanismo de CC aceptando la convivencia de marcos alternativos, así como la necesidad de atender al nivel sub-conceptual. Asimismo, introduce en los procesos de cambio aspectos relacionados con los marcos institucionales y sociales en los que interactúan los sujetos, así como aspectos motivacionales no incluidos en la versión centrada exclusivamente en los sistemas de ideas relativas a un cierto dominio. Cabría aclarar que, si bien la versión original de Strike y colaboradores intentaba ser fiel a la perspectiva kuhniana del cambio teórico en la ciencia, ignoró aquellos aspectos que el propio Kuhn vinculó con las prácticas de las comunidades científicas en tanto este incluyó con carácter sustantivo el papel de las instituciones y la formación de los científicos en los procesos de aceptación y rechazo de paradigmas.

Por su parte, Carey (1991; 1999; 2000; 2004) estudió los rasgos de la transformación en el conocimiento cotidiano o intuitivo de los niños desde una perspectiva del desarrollo evolutivo –a diferencia de Strike y Posner cuyas indagaciones se originan en los problemas relativos al aprendizaje de conceptos científicos en el marco de la enseñanza escolar– y sostuvo también la tesis de la analogía entre CC en la historia de la ciencia y en el aprendizaje. La autora considera que los conocimientos ingenuos o intuitivos –en particular sobre el mundo biológico que es el dominio que aborda específicamente– constituyen teorías coherentes y sistemáticas. Pueden considerarse *teorías* ya que, si bien no han sido formuladas explícitamente como las de la ciencia, no se limitan a los fenómenos observables, permiten predecir ciertos fenómenos del dominio en cuestión, incluyen principios explicativos y son modificadas por la experiencia. Son *teorías en sentido débil*. El cambio de estas teorías a lo largo del desarrollo espontáneo de los niños adopta ciertas formas que son interpretadas explícitamente por Carey como semejantes a los cambios identificados por los historiadores de la ciencia en relación con el cambio científico (Castorina, 2006). Por ejemplo, en el dominio biológico, las investigaciones empíricas dan cuenta de que las nociones que para los niños más pequeños permanecen indiferenciadas en la noción de lo vivo como vivo, real, existente o activo en una teoría T1, se diferencian en T2 convirtiéndose en el concepto biológico intuitivo de *vida* que introduce diferenciaciones sustantivas respecto de la indiferenciación entre lo vivo y lo existente o real propia de T1. También el concepto de no vivo, que en T1 no es distinguible de lo irreal, lo no existente o lo ausente, se diferencia del concepto de *muerte* como propiedad de lo vivo en T2. Estas nociones son así reestructuradas progresivamente dentro de una biología del ciclo vital, superándose la perspectiva animista. La autora señala que es posible identificar procesos de diferenciación análogos en la historia de la ciencia. Refiere, por ejemplo, que en la historia de la química Black distinguió el concepto de calor y el de temperatura del concepto indiferenciado de grado de calor (Wiser & Carey, 1983). También es posible identificar cómo conceptos que pertenecían a categorías ontológicas nítidamente distinguibles en T1 se subsumen en una única categoría en T2. Por ejemplo, mientras a los cuatro años los niños distinguen con claridad entre plantas y animales, a los diez años los integran en el concepto superordinado de ser vivo. Este tipo de recategorización ontológica puede

identificarse en la historia de la ciencia en procesos de revolución científica. Carey menciona como ejemplo, en varios trabajos, el abandono que hace Galileo de la distinción ontológica entre movimiento natural y violento, propia de la física aristotélica, a partir de un nuevo concepto de movimiento que no admite tal distinción. Sin embargo, cabe señalar que la fuerte similitud propuesta por la autora entre estos ejemplos y el CC en el aprendizaje y el desarrollo es cuestionable. Por ejemplo, Thagard (1992) ha mostrado cambios dramáticos en las revoluciones científicas que no tienen parangón en la reestructuración de los conocimientos cotidianos. Darwin no reclasificó solamente a los seres humanos y los incluyó entre los animales, sino que transformó profundamente el significado del concepto de especie. Se ha reorganizado el principio mismo de la clasificación. No se encuentra algo parecido en el CC del conocimiento infantil.

La novedad es, para Carey, equivalente al surgimiento de un concepto no contenido en el anterior, por la vía de su relativización, indiferenciación-diferenciación e integración. Una vez que han elaborado T1 los sujetos han procedido a tirar (“*bootstrap*”) de dicha teoría para producir T2 por un movimiento interno que ha reestructurado las partes de T1, mediante un proceso de resignificación e interconexión de las ideas. Así, logran relativizar, diferenciar e integrar los conceptos de T1 en una nueva teoría T2.

La figura del *bootstrapping* fue utilizada por Quine (1960) para poner de relieve que una nueva teoría se elabora, al menos parcialmente, sin ser interpretada en los términos de algún concepto antecedente válido. Carey (2001) cita a Quine para emplear la metáfora y explicar con ella el cambio cognoscitivo cuyo punto de llegada (T2) trasciende el punto de partida (T1) (Castorina, 2006). Si bien la autora es consciente de la dificultad de interpretar el significado de la imagen, esto es, el verse a sí mismo tironeando de los propios saberes (por *bootstrapping*), decide sostener el término aludiendo “a sus credenciales históricas y porque busca explicar casos de aprendizaje que muchos han sostenido que son imposibles” (Carey, 2004: 59).

La autora introduce en su explicación del CC la idea kuhniana de inconmensurabilidad local. Según Carey hay *inconmensurabilidad parcial* (local) entre T1 y T2 ya que ciertos conceptos de T2 no se pueden formular en los términos de los conceptos de T1 o no es posible intertraducir los significados de los conceptos de ambas teorías. Así, un niño de ideas más avanzadas no podría explicar la muerte como lo hacía en términos de sus concepciones previas. Pero no todos los conceptos de T2 son inconmensurables con los de T1 ya que, de lo contrario, no habría posibilidad de plantear un mecanismo de cambio. Esto es, debe haber un saber continuo como, por ejemplo, respecto de la idea de *lo vivo*, que plantas y animales se desarrollan aumentando su tamaño o que requieren de alimentos, lo que conduce a los niños a buscar semejanzas entre los organismos. Se requieren conceptos que no se modifiquen de T1 a T2 para poder funcionar como materiales para la construcción conceptual (Carey, 1999; 2000). Con ciertas salvedades no menores relacionadas, entre otros aspectos, con los sujetos de conocimiento y la configuración epistémica de lo que se reconoce como teoría en cada caso, podrían aceptarse las comparaciones de ciertos rasgos del proceso cognitivo en el aprendizaje con los ejemplos aludidos en la historia de la ciencia. Más complejo resulta transferir la idea de *inconmensurabilidad local*. A este tema dedicaremos el próximo apartado.

3. Incommensurabilidad y cambio conceptual

Como sostienen Arabatzis y Kindi (2013), el CC no fue una preocupación central para la filosofía estándar de la ciencia dominada por las formulaciones del positivismo lógico para las que el cambio, e inclusive el abandono de teorías descansa sobre el terreno neutral de los términos observacionales y en las relaciones de deducibilidad del edificio teórico, en virtud de precisas reglas de correspondencia. El significado de cualquier concepto relativo a cualquier rama de la ciencia debe poder establecerse mediante una reducción gradual a otros conceptos, hasta llegar a los conceptos del nivel referido directamente a lo dado (Carnap, Hahn & Neurath, 2002). Por supuesto que la filosofía estándar no negó que en el desarrollo científico haya cambios e incluso abandono de teorías anteriores. Tampoco negó que nuevas teorías introduzcan nuevos términos teóricos. Lo que sí niega, al menos implícitamente, es que el desarrollo suponga una radical discontinuidad e interfiera en el significado de los términos que se conservan. La confianza en el lenguaje observacional y fisicalista sobre el que descansan las teorías garantiza la continuidad y permanencia del significado de los términos y, desde allí, la posibilidad de validación intersubjetiva. Justamente la novedad que introduce Kuhn, y también Feyerabend, es la idea de una *discontinuidad radical* en el desarrollo de la ciencia. El cambio teórico interfiere en el significado de los términos que pasan de una teoría a otra. Aunque propongan diferentes ideas del significado, ambos filósofos son herederos de Wittgenstein quien

rechazó la idea del significado como una entidad, ya sea en términos de una imagen mental, de un referente en el mundo de los objetos o de cierta clase de forma abstracta en el sentido platónico. El significado de una palabra está dado por su uso en el marco de un cierto lenguaje. Conocer el significado de un término o, lo que es equivalente, disponer del concepto correspondiente supone ser capaz de usarlo apropiadamente, pero ese uso no está dado por una definición que debe disponerse *a priori* sino por el uso apropiado aprendido en las prácticas en las que los usuarios de un lenguaje son expuestos a ejemplos concretos de sus aplicaciones (Arabatzis & Kindi, 2013, pp. 345–346).

Para Kuhn, al menos en su versión inicial del desarrollo científico, nuestros conceptos acerca del mundo estructuran nuestra experiencia y nuestra percepción. Esos conceptos cambian de significado de paradigma en paradigma a lo largo de la historia sin una convergencia en un paradigma común. Estas características del cambio teórico están en el centro de su polémica idea de la *incommensurabilidad* entre paradigmas. La incommensurabilidad supone la ausencia de un patrón común o criterio por fuera de los paradigmas en disputa, que sustente la decisión entre paradigmas rivales. Según la versión de 1962, nuestra percepción del mundo es función del significado de los términos y conceptos científicos relativos a la teoría en la que aparecen. Galileo al observar el cuerpo que se balanceaba vio un péndulo, un cuerpo que casi lograba repetir el mismo movimiento una y otra vez hasta el infinito y no un cuerpo cayendo con dificultad hasta llegar a un estado de reposo natural como veían los aristotélicos. Este cambio de visión no puede residir en una observación más exacta y objetiva del cuerpo oscilante porque desde el punto de vista descriptivo ambas son igualmente exactas (Kuhn, 2006).

La idea de inconmensurabilidad ha sido central en la perspectiva kuhniana del cambio teórico y se convirtió en el blanco de tempranas críticas a su obra. Entre las múltiples objeciones que fueron planteadas merece especial atención, a los fines de nuestro análisis, la planteada por Achinstein (1968) que alude, precisamente, al problema del aprendizaje de una teoría: si el significado de los términos es teórico-dependiente nadie podría aprender una teoría si esta fuera explicada con términos cuyo significado haya sido comprendido antes de aprenderla. El problema concierne especialmente a la relación entre cambio de teorías y cambio de significado de los términos.

En la *Posdata* de 1969 Kuhn señalará que la elección de teorías no responde a una prueba lógico-matemática en la que queden estipuladas desde el principio premisas y reglas de inferencia en cuyo caso, si los participantes en el debate llegaran a conclusiones distintas, debieran admitir, al volver sobre sus pasos, haber cometido algún error o haber violado alguna regla. Sostendrá que el debate que tiene lugar durante las revoluciones científicas es acerca de las premisas. Aunque la falta de acuerdo se manifiesta en la comunicación no es, según la versión de 1969, meramente un problema lingüístico: las palabras han sido aprendidas por su directa aplicación a ejemplares (Kuhn, 2006).

En su revisión de la inconmensurabilidad, Kuhn debilitará esta noción respecto de su versión original en un doble sentido: esta dejará de ser inconmensurabilidad de la percepción para centrarse en los términos, y será local en lugar de global (Gómez, 1993). Esta nueva versión refiere a la imposibilidad de traducir una teoría en los términos de otra sin resto o pérdida ya que no existe lenguaje neutral para tal traducción (Kuhn, 2001). Sostendrá que hay términos comunes entre teorías que conservan su significado y que surgen problemas de traducción en un pequeño subgrupo limitado de términos que cambian radicalmente durante las revoluciones. Se podrá hablar entonces de *inconmensurabilidad local* que se definirá como la intraducibilidad parcial entre los términos de las teorías. Sin embargo, Kuhn admitirá que la delimitación de aquello que es inconmensurable sigue siendo complejo ya que “los significados son productos históricos, y cambian inevitablemente en el transcurso del tiempo cuando cambian las demandas sobre los términos que los poseen” (Kuhn, 2001, p. 51) Al mismo tiempo, como señala Gómez (1993), Kuhn sostiene una concepción según la cual el significado de un término depende de la constelación de principios y leyes de la teoría en la que aparece (*cluster theory of meaning*). Ningún término estaría totalmente aislado, por lo que no sería plausible asumir que algunos conceptos cambian radicalmente mientras todos los otros conservan su significado. Según este argumento crítico habría imposibilidad de traducción entre teorías aun con inconmensurabilidad local.

La reformulación de Kuhn hacia una inconmensurabilidad local también se vio acompañada por la analogía entre las revoluciones científicas y la evolución en biología. Esto marcó una tendencia hacia una cierta continuidad en el desarrollo de la ciencia más que un cambio abrupto y discontinuo, tesis fortalecida en su última obra publicada en 2000, después de su muerte. Esta idea de evolución ya había sido contemplada en 1969 cuando señalaba que tanto el desarrollo científico, como el biológico constituyen procesos unidireccionales e irreversibles. Las teorías científicas posteriores son mejores que las anteriores para resolver enigmas en los medios a menudo totalmente distintos a los que se aplican (Kuhn, 2006, p. 313).

Una de las principales dificultades de la perspectiva de Kuhn en relación con el CC en la ciencia es que se focalizó en las fases inicial y final del cambio, pero sin dar cuenta acabada de los procesos de transición entre dos teorías o marcos conceptuales inconmensurables (Arabatzis & Kindi, 2013). Mientras la comprensión de la transición es un tema central para las teorías del CC en el desarrollo y el aprendizaje, en la concepción kuhniana del cambio científico el proceso de transición entre dos marcos inconmensurables no queda suficientemente elucidado. Según Kuhn, la novedad emerge cuando se conoce con precisión qué debe esperarse en un cierto marco, lo que permite detectar que algo no encaja en él. En este sentido Kuhn dirá que “la anomalía solo resalta contra el fondo proporcionado por el paradigma” (Kuhn, 2006, p. 111). Se requiere una suerte de hiperespecialización en la práctica de la ciencia para posibilitar tanto la resistencia a la novedad como su surgimiento. Esto, a su vez, es producto de la actividad del grupo. Esta es la tensión esencial entre la tradición y el cambio, y juegan en este proceso un papel sustantivo los valores epistémicos priorizados de modo diferente por la comunidad científica en cada momento histórico. Cabría preguntarse si este tratamiento del surgimiento de la novedad es transferible al CC que elabora un sujeto en situación de aprendizaje. En otras palabras, Kuhn no parece ofrecer una respuesta satisfactoria al problema acerca de cuál es el proceso específicamente cognoscitivo de construir la novedad en el cambio científico, ni siquiera fue para él un problema central. En cambio, resulta imprescindible para pensar en el CC en el aprendizaje. En su explicación de las revoluciones, ante la crisis y pérdida de confianza en el paradigma vigente por la acumulación de anomalías, bajo ciertas condiciones, un individuo o un grupo propone una nueva teoría y lo principal parece ser el modo en que ésta se acepta. Los cambios teóricos que corresponden a los períodos revolucionarios se entienden más bien en relación con los desacuerdos que enfrentan los miembros de la comunidad científica, los problemas de comunicación entre los grupos en disputa, los criterios de decisión en torno a los valores epistémicos y, especialmente, por su finalidad: la resolución de problemas, que es para Kuhn lo que justifica la racionalidad y el progreso en la práctica científica (Kuhn, 2006; Gómez, 1993).

Hemos comentado en apartados anteriores los intentos pioneros de Strike y Posner para asimilar las categorías kuhnianas relativas al cambio científico en la historia al CC en el aprendizaje y especialmente la dificultad que enfrentaron al atribuir a los sistemas de creencias de los estudiantes y sus transformaciones las propiedades de los paradigmas y las revoluciones, particularmente el carácter radicalmente sustitutivo del cambio, a la luz de las investigaciones empíricas (Pozo, 2005).

Ahora bien, resulta necesario considerar que ninguna caracterización de la perspectiva de Kuhn acerca del cambio teórico puede prescindir del modo en que concibe la cuestión relativa al sujeto de la ciencia. Es indudable que una de las razones del interés que adquiere la perspectiva de Kuhn para la psicología es su abandono del “dictum de la filosofía estándar de una ciencia sin sujeto” (Gómez, 2014, p. 75). Redirecciona el eje de la filosofía de la ciencia desde las teorías como productos acabados y entidades lingüísticas a la actividad científica. Lo que distingue a la ciencia de otras actividades es el sujeto que la produce: la *comunidad científica*, que comparte una educación, pautas procedimentales, normas de conducta y valores que determinan un tipo de actividad. Un paradigma no gobierna un tema de estudio, sino un grupo de practicantes. El *carácter*

colectivo de este sujeto es imprescindible para explicar el cambio teórico en la historia. No se trata de conocer las biografías y talentos particulares: se trata de comprender el modo en que un conjunto particular de valores compartidos intersubjetivamente interactúa con las experiencias particulares. Las revoluciones interrumpen el consenso en la comunidad científica y los paradigmas se legitiman por la constitución de nuevos consensos y la progresiva adhesión de científicos, antes adherentes al viejo paradigma (Kuhn, 2006).

Excede por completo el alcance de este trabajo una revisión pormenorizada de la perspectiva kuhniana del desarrollo científico y el cambio teórico. Solo hemos hecho referencia a aquellos aspectos que adquieren específica relevancia para analizar las relaciones propuestas por teóricos del CC en el aprendizaje de la ciencia que se enseña.

4. Una revisión crítica

Como ya hemos señalado, la noción kuhniana de inconmensurabilidad ha sido utilizada un tanto acríticamente en el ámbito de la investigación sobre CC. Especialmente, Susan Carey, para quien, como ya hemos analizado, la novedad es equivalente al surgimiento de un concepto no contenido en el anterior por la vía de su relativización, indiferenciación y diferenciación e integración, sostendrá que hay inconmensurabilidad parcial (local) entre teorías, aplicando la noción a teorías infantiles sucesivas en los campos de la biología y la matemática, indagando especialmente en las nociones de vida y número (Carey, 1991; 2001; 2004).

Ahora bien, la noción de inconmensurabilidad local en Kuhn aparece restringida al problema de traducibilidad o intertraducibilidad de los términos entre teorías, y apunta a explicar los problemas y posibilidades en la comunicación que afrontan los miembros de comunidades científicas en instancias de cambio revolucionario. A su vez, podría argumentarse, como ya vimos, que en el marco de la concepción kuhniana del significado resulta poco plausible la intraducibilidad parcial (Gómez, 1993). Esta noción no parece corresponderse con la idea de Carey respecto de la relación entre T1 y T2 porque esta relación no se restringe a una dimensión lingüística: remite a un proceso cognoscitivo no abarcado por la idea de inconmensurabilidad local de Kuhn. La teoría del *bootstrapping* que sostiene la autora alude a un proceso constructivo del sujeto, un mecanismo por el cual se reorganizan los conceptos y se reestructuran sus vínculos. Si bien tiene una apoyatura en el lenguaje como un mediador cultural no se restringe a un proceso lingüístico. Se trata de explicar cómo se construye la teoría T2 en su relación con T1 atendiendo, además, a que el uso del término “teoría” aplicado a las ideas infantiles o del sujeto que aprende no las hace equivalentes a las teorías propias del desarrollo de una ciencia madura. En este proceso T1 y T2 no son formuladas sistemáticamente por los sujetos en términos lingüísticos, ni resulta central para dar cuenta del proceso cognoscitivo de cambio considerar las posibilidades y obstáculos comunicativos entre los portadores de T1 y T2, problema que ha sido central para la noción de inconmensurabilidad local en Kuhn. Por otro lado, como ya hemos anticipado, un problema de las analogías propuestas por los estudios del CC se vincula al sujeto del cambio en las versiones transferidas de la filosofía de la ciencia a las teorías del CC. La idea de las comunidades científicas como comunidades de práctica compromete variables de carácter sociológico, en perspectiva histórica, al tiempo que involucra la cuestión de

los valores epistémicos. El carácter colectivo de este sujeto es crucial para la explicación de los procesos de cambio en Kuhn. La elección de teorías involucra criterios epistémicos que operan como valores y no como reglas. No existen criterios neutros y válidos para cada científico individual: el cambio supone como criterio de elección la decisión de grupo (Kuhn, 1993).

Ahora bien, en las teorías del CC prevalece la idea de un sujeto individual, escindido de sus condiciones sociales. Pocas veces las investigaciones refieren a este en situación social o en sus interacciones con otros sujetos pares o adultos vinculados con la cultura o una comunidad de conocimiento. En algunos casos, como en la obra de Carey, sí se atribuye un papel en los procesos cognoscitivos de cambio a ciertos instrumentos culturales, especialmente el lenguaje. Pero sin aludir a las interacciones intersubjetivas como parte constitutiva del proceso de cambio. A su vez, los estudios del CC refieren a un sujeto homogéneo. Sin embargo, tanto en relación con los procesos espontáneos de adquisición de conocimiento en la vida cotidiana⁷ como en contextos sociales especialmente diseñados como la escuela –en los que preponderantemente tiene lugar el aprendizaje de conocimientos científicos–, es innegable el papel de las variaciones culturales así como la desigual distribución social del capital simbólico. Resulta relevante, por lo tanto, reconocer la heterogeneidad del sujeto del CC atendiendo al papel de las variaciones culturales y sociales a través, por ejemplo, de estudios comparativos entre diferentes grupos sociales y culturales. Es preciso, asimismo, revisar el supuesto de una epistemología subyacente que disocia los factores externos e internos, la actividad intelectual y las prácticas sociales, según el cual los primeros parecen cumplir un papel secundario o solo ocasional en la configuración y organización cognitiva del sujeto (Castorina & Zamudio, 2019).

Aunque las investigaciones sobre CC han intentado explicar “las dificultades de los estudiantes en aprender los más avanzados y contraintuitivos conceptos de las ciencias en diferentes dominios” (Vosniadou, 2013, p. 1), la idea de un sujeto escolar tampoco ha sido objeto de análisis específico. Particularmente, la idea de *sujeto didáctico* como un sujeto de conocimiento inescindible en su actividad del contexto de la situación didáctica, de los contratos que la articulan y del modo en que el objeto de conocimiento es intencionalmente propuesto y reconstruido a través de la enseñanza y del aprendizaje. Kuhn, por su parte, entendió el papel significativo de la educación científica como práctica y como institución en la constitución de la comunidad científica como sujeto de la ciencia y le asignó un papel sustantivo en relación a los procesos de cambio teórico (y su permanencia). Las herramientas intelectuales que adquiere el científico “están dadas en una unidad histórica y pedagógicamente anterior que las presenta con sus aplicaciones y a través de ellas” (Kuhn, 2006, p. 85) y determinan el campo de práctica de resolución de problemas posibles. También reconoció la no uniformidad de estas comunidades en el tiempo y de acuerdo con sus objetos de interés específico. Resulta al menos llamativo que los teóricos del CC en el aprendizaje hayan omitido estos aspectos de la perspectiva kuhniana del cambio científico. La idea de un sujeto individual y la interpretación del

⁷ Los conocimientos de la vida cotidiana, identificados en la literatura de la psicología cognitiva también como “teorías implícitas”, son elaboraciones personales, aunque no puramente individuales. Las experiencias socio-culturales son la materia prima para la inducción personal de las teorías implícitas, ya que la información de origen cultural es procesada cognitivamente (Castorina, 2006).

proceso de CC en su dimensión estrictamente cognitiva y relativa a conceptos, parece haber obstaculizado una lectura más próxima a las prácticas sociales relacionadas con la adquisición y transformación del conocimiento tanto en la ciencia como en el aprendizaje.

La omisión relativa a la estructuración del proceso de CC por las condiciones de la situación didáctica que hemos señalado en este apartado representa una dificultad importante de las teorías del CC. Si al menos de manera provisional consideramos a las teorías del CC como integradas a una tradición de investigación en términos de Laudan (1977), podríamos sostener que presentan problemas tanto de orden empírico como de orden conceptual. Empíricos porque, al no haber desarrollado estudios dentro de los contextos didácticos considerados en sus variables específicas, los resultados no logran explicaciones satisfactorias de los problemas del aula en el aprendizaje de las ciencias. Pero también se trata de problemas conceptuales (en términos de Laudan) porque los conceptos de los que parten respecto del problema no logran abarcar de modo consistente las dificultades y problemas relativos al ámbito de sus potenciales aplicaciones, o respecto de los cuales se pretenden derivar posibles implicaciones. En la medida en que los desarrollos teóricos y las investigaciones sobre CC se proponen derivar o fundamentar intervenciones prácticas, surgen varios problemas: por una parte, el referido a la consideración –en las propias formulaciones teóricas y en las investigaciones empíricas– de los sujetos de conocimiento; y por otra, el atinente a las condiciones de la situación didáctica que constituyen no solo el campo de aplicación de las investigaciones, sino que configuran condiciones específicas desde las que formular el problema del CC.

Por último, más allá de las perspectivas que hemos considerado, es necesario mencionar que la cuestión del CC y la pregunta por el surgimiento de la novedad cognoscitiva ha sido y es objeto de estudio desde otras perspectivas epistemológicas. Estas han postulado la continuidad de los procesos cognitivos de cambio –no de los sistemas conceptuales– y también han rechazado una proyección de las categorías de la filosofía de la ciencia sobre el aprendizaje. Más bien han apuntado a construir una teoría de la continuidad de los procesos cognitivos a nivel de los sujetos y su desarrollo y en la historia de la ciencia. Por ejemplo, Nersessian (1989; 1995; 2008; 2013) argumenta que la naturaleza y tipo de razonamientos requeridos en la reestructuración conceptual de un cierto dominio de conocimientos en el aprendizaje es esencialmente la misma que en el descubrimiento de teorías científicas. Es decir, se requiere explicitar un modelo cognitivo común. Ha propuesto que el CC no puede ser adecuadamente comprendido enfocándose exclusivamente en las teorías científicas como productos. Más bien, debe ser entendido en términos de los sujetos que crean y cambian sus representaciones de la naturaleza y las prácticas que emplean al hacerlo. La formación de conceptos ha de ser entendida en el contexto de la resolución de problemas y las estrategias de razonamiento empleadas. Según Nersessian, esas estrategias han sido especialmente abordadas por las ciencias cognitivas y, dado que las capacidades cognitivas de los científicos no son diferentes de las del resto de los sujetos, es entonces posible una indagación que se proponga buscar una continuidad entre los desarrollos de las ciencias cognitivas y el estudio de las formas de razonamiento empleadas en el trabajo creativo de la ciencia.

También el cambio y la transformación cognitiva fueron el centro del programa de epistemología genética de Piaget que postuló una continuidad funcional de los procesos cognoscitivos desde la infancia hasta los más altos niveles de la ciencia. La tesis propone

un mecanismo común a la sociogénesis y la psicogénesis del conocimiento en términos de un proceso de equilibración de la actividad constructiva del sujeto cognoscente (o la comunidad científica) con los objetos, que incluye abstracciones, generalizaciones, conflictos cognoscitivos y construcción de novedades. Es un nivel de elaboración propio de una epistemología⁸ que busca la identificación de los mecanismos comunes de los procesos de transformación del conocimiento a partir de los resultados de las investigaciones en el campo de la psicogénesis del conocimiento (particularmente físico y lógico-matemático) y la historia de la ciencia (Piaget & García, 2004). En buena medida, si bien ha influido en muchos de los enfoques del CC (Hallden, Scheja, & Haglund, 2013), dicho programa no ha llegado a constituir una teoría del CC para el aprendizaje de la ciencia. Más aun, cabe preguntarse si la explicación sobre el CC se agota en la explicación relativa a los mecanismos cognitivos que lo hacen posible. Sin duda es una condición necesaria pero no suficiente para dar cuenta del cambio, la adopción y disponibilidad de un nuevo sistema de creencias⁹ relativas a un dominio determinado de conocimiento. Al considerar un sujeto en situación de aprendizaje o una comunidad científica en un momento determinado del desarrollo de una ciencia, es posible identificar cuestiones tales como los sistemas de validación del conocimiento que involucran criterios intersubjetivos, o las concepciones del mundo que condicionan la producción de conocimientos y las prácticas intersubjetivas bajo condiciones socioculturales específicas. Es preciso enfatizar que la conceptualización en cualquier campo de conocimiento se da en una práctica social e histórica, que involucra procesos pedagógicos y adquiere peculiaridades relativas a los diferentes dominios de conocimiento¹⁰, entre otras cuestiones relevantes. Las investigaciones empíricas sobre CC prestan escasa atención a las diferencias que caracterizan los procesos de adquisición del conocimiento en situaciones espontáneas de la vida cotidiana respecto de las situaciones de la vida escolar, deliberadamente diseñadas para el aprendizaje de conceptos científicos. No consideran los sistemas de reglas, roles diferenciados, tradiciones disciplinares involucradas que se articulan en el diseño de situaciones didácticas que configuran el desarrollo de una génesis artificial de conocimiento (Lerner, 2001). Cabe destacar también que las teorías del CC identifican el aprendizaje escolar con el aprendizaje de teorías científicas, pero la naturaleza misma del conocimiento que se enseña y la problemática de sus complejas relaciones con el saber científico experto no es abordada en su específica naturaleza epistemológica. La consideración de estos aspectos requiere, entre otras cosas, situar los estudios del CC en las condiciones de la situación didáctica, lo que favorecería una resignificación de muchos de los problemas investigados, y abriría a nuevos problemas, posibilitando y requiriendo a la vez una revisión crítica y una ampliación de los marcos filosóficos de referencia.

⁸El término epistemología no alude aquí a la filosofía de la ciencia como disciplina en su perspectiva fundacional como teoría de la ciencia de carácter normativo sino a una teoría general del conocimiento basada en la investigación científica fundamentada tanto en la psicología como en la historia de la ciencia.

⁹El CC va más allá de la revisión de creencias, apuntando a la modificación de las estructuras conceptuales subyacentes.

¹⁰Muy particularmente, los que corresponden a la historia y las ciencias sociales (Carretero, Castorina, & Levinas, 2013).

5. Conclusiones

Se puede, finalmente, sintetizar las cuestiones planteadas. Ante todo, hay razones para explicitar y justificar las dificultades en la transferencia de ciertas categorías de la filosofía de la ciencia a las caracterizaciones y explicaciones del problema del CC en el aprendizaje. Como hemos señalado, esta transferencia de categorías supone pasar por alto las diferencias entre los sujetos desde los que se concibe el CC en el aprendizaje y el cambio teórico en la historia de las ciencias. Al mismo tiempo, hemos también analizado críticamente el modo en que las teorías del CC han pensado el sujeto escindido de las condiciones sociales y especialmente de las situaciones didácticas. Al analizar más específicamente las perspectivas que han incorporado las categorías kuhnianas a su propia explicación del CC en el aprendizaje hemos visto cómo, en el caso de Strike y de Posner, se caracteriza el CC en el aprendizaje de conceptos científicos en los términos de la interpretación de Kuhn del desarrollo científico homologando ambos procesos. En el caso especial de las formulaciones de Carey hemos analizado cómo el uso de la noción de inconmensurabilidad local no explica las relaciones que se establecen entre las teorías infantiles de acuerdo al modo en que la propia autora describe el proceso cognitivo de cambio, ni tampoco la relación entre sus productos ya que estos son accesibles lingüísticamente de modo parcial a través de las indagaciones del investigador y no desde las formulaciones sistematizadas por los propios sujetos. También hemos señalado que al aplicar la perspectiva de Kuhn a la interpretación del CC en el aprendizaje se han omitido algunos aspectos a los que Kuhn otorgó un valor sustantivo, como las condiciones de aprendizaje de una ciencia y los instrumentos que se priorizan en los procesos de formación de los nuevos científicos.

A partir del desarrollo presentado, podemos pues concluir que la reorganización de los conocimientos cotidianos en el aprendizaje de conceptos científicos no puede caracterizarse con los mismos términos que el pasaje de una teoría científica a otra. Y ello, a pesar de que puedan establecerse ciertas analogías entre los procesos de recategorización ontológica y diferenciación, que Carey identifica en el cambio de teorías en los niños y en la historia de la ciencia.

Sin embargo, estas dificultades en la interpretación del cambio de los conocimientos no eliminan el valor de la reflexión cruzada entre las teorías del CC y la filosofía de la ciencia.

Quizás, volviendo a Kuhn, resulte más promisorio recuperar aquello que le permitió responder a gran parte de las críticas relacionadas con la inconmensurabilidad y que se vincula al propósito del cambio teórico: esto es, *la resolución de problemas*. Sin esta, no hay cambio posible y es la naturaleza misma de estos problemas la que justifica el proceso “unidireccional e irreversible del desarrollo científico” (Kuhn, 2006, p. 313). La resolución de problemas es inherente a la práctica científica y se integra al tipo de cambio que ocurre tanto en períodos de ciencia normal como revolucionarios. Es en relación con este aspecto que Kuhn se introduce en los procesos cognoscitivos vinculados con el CC. Resulta al respecto un ejemplo a destacar su artículo de 1964 acerca de la función de los experimentos imaginarios en la física. Allí, Kuhn se plantea algunas preguntas importantes relativas a cómo se accede a la novedad: “¿Cómo es que confiando exclusivamente en datos familiares se pueda llegar con un experimento imaginario a un

conocimiento nuevo o a una nueva comprensión de la naturaleza? Y ¿qué es lo que los científicos aprenden de los experimentos imaginarios?” (Kuhn, 1993, p. 264). En este artículo el autor recurre a una analogía entre los experimentos mentales de Galileo y experiencias con niños desarrolladas por Piaget sobre la velocidad y el movimiento de los cuerpos, destacando el modo en que las preguntas y las experiencias son presentadas por el investigador a los niños o formuladas por el científico. La recuperación del lugar que asigna Kuhn a la resolución de problemas en el desarrollo científico y el cambio teórico podría resultar de mayor interés en este sentido para una reflexión cruzada entre filosofía de la ciencia y teorías del CC. Específicamente porque la cuestión relativa a la naturaleza misma de los problemas en el marco de un paradigma, el modo en que estos son presentados a las nuevas generaciones de científicos, el lugar de los ejemplares, conduce a asignar un papel más relevante en los procesos de CC a la creación deliberada de condiciones para el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia. Como dice Kuhn respecto de las situaciones experimentales de Piaget en el artículo ya referenciado, “estas deben cumplir condiciones precisas para alcanzar una meta pedagógica” (Kuhn, 1993, p. 264). Las teorías del CC han limitado sus indagaciones al componente puramente conceptual y no han profundizado en procesos cognitivos más complejos como la resolución de problemas.

Sin duda, Kuhn restituyó el sujeto de la ciencia como un sujeto de prácticas colectivas en la historia. Los sujetos a los que hacen referencia las teorías del CC no son análogos a la comunidad científica, pero sus aprendizajes tienen lugar también en comunidades de prácticas, están atravesados por valores en relación con instrumentos culturales y en procesos que se desarrollan con *otros*. Es en este sentido que puede resultar de interés para las prácticas educativas comprender los procesos de surgimiento de la novedad cognoscitiva como contribución a la enseñanza de las ciencias. El aprendizaje de conceptos y teorías científicas no puede reducirse exclusivamente a un proceso en la mente de un sujeto individual.

Resulta así innegable el valor de la reflexión cruzada, en los términos de estudiar cómo los procesos que se analizan en cada disciplina puede ayudar a comprender los que se analizan en la otra. Es decir, un conocimiento crítico de la historia de las ciencias puede enriquecer la comprensión de la naturaleza de los problemas que enfrentan los alumnos en su reconstrucción. Y viceversa, el estudio *in vivo* de la construcción de novedades en los sujetos de aprendizaje puede desafiar o plantear problemas al historiador de la ciencia. Esta perspectiva podría resultar superadora de la dicotomía predominante entre CC en el aprendizaje y cambio teórico en la historia de las ciencias. Pero, además, y sobre todo en los términos de este artículo, del aplicacionismo de esta última sobre la primera, como se ha argumentado. Incluso, esta reflexión cruzada, manteniendo la autonomía epistémica de cada campo de estudio, podría contribuir –lo que apenas hemos sugerido– al despliegue de una epistemología, antes evocada, y que aspire a identificar algunos mecanismos de transformación comunes.

En definitiva, lo principal de nuestra propuesta es asumir las diferencias en los temas que abordan ambos campos de estudio, y el modo de tratarlos, e identificar problemas aún no resueltos y controversias conceptuales plenamente vigentes, particularmente, en vistas a construir una versión del CC que se vincule de manera más

precisa conceptualmente y por ello más fructífera con temas y problemas de la filosofía de la ciencia.

Referencias

- Achinstein, P. (1968). *Concepts of Science: A Philosophical Analysis*. Baltimore: John Hopkins University Press.
- Arabatzis, T. & Kindi, V. (2013). The problem of conceptual change in the philosophy and history of science. En S. Vosniadou (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp. 343–359). Nueva York: Routledge.
- Carey, S. (1985). *Conceptual Change in Childhood*. Cambridge: MIT Press.
- Carey, S. (1988). Conceptual differences between children and adults. *Mind and Language* 3: 167–181.
- Carey, S. (1991). Knowledge acquisition: Enrichment or conceptual change? En S. Carey & R. Gelman (Comps.), *Epigenesis of Mind: Studies in Biology and Cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Carey, S. (1999). Sources of conceptual change. En E. Scholnick, K. Nelson, S. Gelman & P. Miller (Eds.), *Conceptual Change. Piaget's Legacy* (pp. 293–326). Londres: Lawrence Erlbaum.
- Carey, S. (2000). Science education as conceptual change. *Journal of Applied Developmental Psychology* 21(2): 13–19.
- Carey, S. (2004). Bootstrapping and the origin of concepts. *Daedalus*, 133(1): 59–68.
- Carnap, R., Hahn, H., & Neurath, O. (2002). La concepción científica del mundo: el Círculo de Viena. (Trad. P. Lorenzano.) *Redes* 9(18): 105–149.
- Castorina, J. (2006). El cambio conceptual en psicología: ¿Cómo explicar la novedad cognoscitiva? *Psyche* 15(2): 125–136.
- Castorina, J. & Zamudio, A. (2019). Supuestos ontológicos y epistemológicos en las investigaciones del cambio conceptual. *Epistemología e Historia de la Ciencia* 3(2): 50–69.
- Di Sessa, A. (2013). A bird's eye view of the “pieces” vs. “coherence” (from the “pieces” side of the fence). En S. Vosniadou (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp. 31–48). Nueva York: Routledge.
- Di Sessa, A. (2017). Conceptual change in a microcosm: Comparative learning analysis of a learning event. *Human Development* 60(1): 1–53.
- Gellatly, A. (1997). Why the young child has neither a theory of mind nor a theory of anything else. *Human Development* 40, 32–50.
- Gómez, R. (1993). Kuhn y la racionalidad científica. Hacia un kantianismo post darwiniano. En O. Nudler & G. Klimovsky (Comps.), *La Racionalidad en Debate* (pp. 142–166). Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.
- Gómez, R. (2014). *La dimensión valorativa de las ciencias*. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes.

- Gómez Crespo, M.A. & Pozo, J.I. (2014). The consistency of theories on the nature of matter: A comparison between scientific theories and implicit theories. *Infancia y aprendizaje* 24(4): 441–459.
- Gopnick, A. & Wellman, H.M. (2002). La teoría de la teoría. En L. Hirshfeld & S. Gelman (Comps.), *Cartografía de la Mente*. Madrid: Gedisa.
- Halldén, O., Scheja, M., & Haglund, L. (2013). The contextuality of knowledge: An intentional approach to meaning and conceptual change. En S. Vosniadou (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp. 71–95). Nueva York: Routledge.
- Kuhn, T. (1993). *La Tensión Esencial*. Madrid: Fondo de Cultura Económica.
- Kuhn, T. (2001). *El Camino desde la Estructura*. Barcelona: Paidós Ibérica.
- Kuhn, T. (2006). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Laudan, L. (1977). *Progress and its Problems*. Chicago: Chicago University Press.
- Lerner, D. (2001). Didáctica y psicología: una perspectiva epistemológica. En J. Castorina (Comp.), *Desarrollos y Problemas en Psicología Genética* (pp. 278–279). Buenos Aires: Eudeba.
- Nersessian, N. (2013). Mental modeling in conceptual change. En S. Vosniadou (Ed.) *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp. 395–411). Londres: Routledge.
- Nersessian, N. (1989). Conceptual change in science and in science education. *Synthese* 80: 163–183.
- Piaget, J. & García, R. (2004). *Psicogénesis e Historia de la Ciencia*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Posner, G.S., Strike, K.A., Hewson, P., & Gertzog, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education* 66(2): 211–227.
- Quine, W.O. (1960). *World and Object*. Cambridge: MIT Press.
- Ryle, G. (1967). *El Concepto de lo Mental*. (Trad. E. Rabossi). Buenos Aires: Paidós.
- Strike, K. & Posner, G. (1992). A revisionist theory of conceptual change. En R. Duschl & R.J. Hamilton (Comps.), *Philosophy of Science, Cognitive Psychology and Educational Practices*. Nueva York: State University of New York Press.
- Thagard, P. (1992). *Conceptual Revolutions*. Princeton: Princeton University Press.
- Vosniadou, S. (2013). Conceptual change in learning and instruction: The framework theory approach. En S. Vosniadou (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp. 11–30). Nueva York: Routledge.
- Vosniadou, S. (2013). Conceptual change research: An introduction. En S. Vosniadou (Ed.) *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp. 1–9). Nueva York: Routledge.

- Vosniadou, S., Skopeliti, I., & Ikospentaski, K. (2005). Reconsidering the role of artefacts in reasoning: Children's understanding of the globe as a model of the Earth. *Learning and Instruction* 15: 333–351.
- Wiser, M. & Carey, S. (1983). When heat and temperature were on. En D. Gentner & S.L. Stevens (Eds.), *Mental Models*. Hillsdale: Erlbaum.