

ELEMENTOS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DERIVADOS DE LA OBRA DE T. S. KUHN

Germán Guerrero Pino
Escuela de Filosofía. Universidad del Valle

Resumen: El presente escrito busca contribuir a la reflexión pedagógica y a la práctica pedagógica presentando tres estrategias para la enseñanza de las ciencias. Estas estrategias plantean en concreto: la importancia de diseñar e implementar libros de texto que, con el propósito de desarrollar una imagen de la ciencia más compleja que la lineal y acumulativa privilegiada por la enseñanza tradicional, rompan con estos cánones tradicionales de tal manera que se puedan emplear paralelamente libros de texto con diferentes enfoques; un nuevo concepto de teoría empírica en donde no se traza una jerarquía epistemológica entre leyes y aplicaciones de una teoría, sino que por el contrario se evidencia su unidad en el conocimiento de la teoría misma; pensar la enseñanza de una nueva teoría como un proceso de aprendizaje de un lenguaje y de conocimiento del mundo, en donde por lo menos se tenga en cuenta las siguientes tres propiedades de una teoría empírica: ser localmente holista, proporcionar una taxonomía y un patrón de semejanza/diferencia. Las tres estrategias no sólo se presentan en el contexto de los trabajos de T. S. Kuhn sino que también se muestran como derivaciones de algunas de sus principales tesis filosóficas sobre la ciencia.

Abstract: This paper contributes to the reflection of the teaching of science and its practice by presenting three strategies. The first one maintains that in order to develop a more complex image of science than that given by the lineal and accumulative image of traditional teaching, it is important to design and use textbooks that will break with those traditional canons and that will also have different approaches—including traditional ones—. The second one establishes a new concept of empirical theory in which it doesn't determine an epis-

temologic hierarchy between laws and theory's applications, on the contrary, it will emphasize the unity in the knowledge of the theory itself. The third one thinks the teaching of a new theory as a process of language acquisition and knowledge of the world, in which it will be contemplate three features of an empirical theory: to be locally holistic, provide a taxonomy and a similarity/difference pattern. This strategies are presented not only in the context of Kuhn's works but they are also shown as derivations from some principal Kuhn's philosophical thesis about science.

1. Introducción

El presente escrito busca contribuir a la reflexión pedagógica y, en menor medida, a la práctica pedagógica proponiendo y presentando lo que podríamos considerar tres *estrategias* muy concretas para la enseñanza de las ciencias. Estas estrategias tienen que ver directamente con la estructura y función de los libros de texto, el concepto de teoría empírica y el lenguaje de las teorías; cuestiones estas que considero influyen de manera importante en la actividad pedagógica y que se presentan, explícita o implícitamente, a la hora de definir un enfoque pedagógico, todo esto sin desconocer que *la práctica pedagógica* está llena de complejidades y que son muchos los factores que la delimitan y condicionan.

Las tres estrategias plantean en concreto: la importancia de diseñar e implementar libros de texto que, con el propósito de desarrollar una imagen de la ciencia más compleja que la lineal y acumulativa privilegiada por la enseñanza tradicional, rompan con estos cánones tradicionales de tal manera que se puedan emplear paralelamente libros de texto con diferentes enfoques; un nuevo concepto de teoría empírica en donde no se traza una jerarquía epistemológica entre leyes y aplicaciones de la teoría, sino que por el contrario se evidencia su unidad en el conocimiento de la teoría misma; pensar la enseñanza de una nueva teoría como un proceso de aprendizaje de un nuevo lenguaje y de conocimiento del mundo, en donde por lo menos se tenga en cuenta las siguientes tres propiedades de una teoría empírica: ser localmente holista, proporcionar una taxonomía y proporcionar un patrón de semejanza/diferencia.

Por otra parte, las tres estrategias no sólo se presentan en el contexto de los trabajos de T. S. Kuhn sino que también se muestran como derivaciones de

algunas de sus principales tesis filosóficas sobre la ciencia; derivaciones estas que, en cuanto tiene de particular su pertinencia para la enseñanza de las ciencias, no están explícitamente hechas por el mismo Kuhn. De todas formas, lo anterior no implica que dichas estrategias, y en general ideas, no puedan ser discutidas al margen de los trabajos de este historiador y filósofo de la ciencia; la importancia teórica que encuentro al discutir las bajo la forma aquí propuesta radica en que les da cierto soporte epistemológico e histórico proporcionado particularmente por los mismos trabajos de Kuhn.

A continuación presento algunas aclaraciones pertinentes para definir ciertos límites del presente escrito. Una primera aclaración tiene que ver con el carácter de la obra de Kuhn. Esta puede ser calificada de amplia en el sentido en que sus aportes pertenecen a dominios como la historia y la historiografía de la ciencia, la filosofía de la ciencia, la epistemología y la sociología de la ciencia —siendo Kuhn uno de los principales promotores del origen de esta disciplina en la segunda mitad del presente siglo. De tal manera que la exposición no pretende abarcar todos estos ámbitos que sin duda arrojarían cierta claridad, desde una perspectiva que podríamos considerar como eminentemente teórica, sobre algunos aspectos importantes de la actividad pedagógica. En particular encuentro que, como ya he insinuado, los trabajos de Kuhn en historia y filosofía de la ciencia, dedicados principalmente al análisis conceptual e histórico de un buen número de teorías físicas así como a sus implicaciones epistemológicas y filosóficas, son significativos tanto en las reflexiones teóricas sobre la enseñanza de las ciencias como a la hora de diseñar e implementar estrategias pedagógicas en la enseñanza de cualquier ciencia empírica en los niveles de secundaria y pregrado.

Una segunda aclaración tiene que ver con las características del presente trabajo. Este no pretende, como ya también he insinuado, recoger una experiencia particular en el campo de la enseñanza de las ciencias inspirada en los planteamientos de Kuhn, sino que busca presentar sus ideas más penetrantes y que considero tienen una incidencia más directa en la enseñanza de las ciencias en los dos niveles planteados y en la investigación en pedagogía de las ciencias. En otras palabras, encuentro que es posible decantar ciertas tesis de Kuhn que si bien pueden ser calificadas en un primer momento como teóricas dentro del campo de la enseñanza de las ciencias, tienen la peculiaridad de no ser eminentemente teóricas ya que pueden ser asumidas como estrategias muy concretas para enriquecer la compleja

actividad de la enseñanza de las ciencias y, en particular, servir como horizonte para formular y desarrollar proyectos de investigación en el mismo campo.

Por tanto, el escrito hace una exposición sistemática de algunas de las principales ideas de Kuhn. La exposición es sistemática en la medida en que no hace una crítica a estas ideas sino que por el contrario se asumen como correctas para luego pasar a mostrar su relación directa con la enseñanza de las ciencias; relación planteada explícitamente por el mismo Kuhn en la mayoría de los casos aquí presentados, como puede apreciarse a través de las diferentes citas que se recogen. Pero además, la presente exposición también asume como objetivo más amplio dar a conocer las ideas de Kuhn y la pertinencia de la historia y la filosofía de la ciencia en la enseñanza de las ciencias, posibilitando así un mayor acercamiento al pensamiento de Kuhn por parte de los profesores de ciencia, seguro de la importancia y necesidad de una aproximación de este tipo.

¿Cuáles son estas ideas de Kuhn a las que me he venido refiriendo de manera insistente? Estas pueden ser agrupadas en las siguientes ideas generales: la importancia de los libros de texto para formarse una nueva imagen del desarrollo de la ciencia; el concepto de paradigma como un concepto ampliado de teoría y la importancia de las generalizaciones simbólicas y los ejemplares paradigmáticos dentro de este concepto ampliado de teoría; y, por último, la tesis de la relación de inconmensurabilidad entre teorías entendida como aprendizaje de un nuevo lenguaje. Estas tres ideas tienen que ver con cuestiones más generales como: la estructura y función de los libros de texto; el concepto de teoría empírica; la relación entre teoría, leyes y experiencia; y la relación entre teoría, lenguaje y mundo. Además, como bien puede observarse, estos grupos de ideas constituyen los marcos teóricos en cada uno de los cuales se inscribe cada una de las estrategias de enseñanza presentadas en un comienzo.

2. Libros de texto y continuidad-discontinuidad

Los diferentes aportes presentes en el libro *La estructura de las revoluciones científicas* (1962) de Thomas Samuel Kuhn pueden inscribirse bajo una única idea: una nueva imagen de la naturaleza y desarrollo de la ciencia his-

tóricamente orientada ¹. Las tesis sobre la discontinuidad en la ciencia, los paradigmas como un concepto ampliado de teoría y la inconmensurabilidad entre teorías, sin lugar a dudas hacen parte importante de la nueva imagen del conocimiento científico que Kuhn nos presenta en este revolucionario libro.

El rechazo de una imagen de la ciencia continua y acumulativa en favor de una imagen discontinua es la primera característica a destacar en la nueva imagen que de la actividad científica Kuhn nos legó. El presente numeral busca entonces contraponer estos dos enfoques destacando la función de los libros de texto en este respecto. Se verá que de acuerdo con los análisis de Kuhn se llega a una situación paradójica ya que por una parte sus estudios históricos mostraron lo adecuado de una imagen discontinua del desarrollo de la ciencia, en tanto que por la otra destaca la función pedagógica positiva de los libros de texto al promover la imagen opuesta. Al final se propondrá una salida que concilia ambos aspectos en el contexto de la enseñanza de las ciencias. Debemos por tanto comenzar por caracterizar, así sea de manera general, estas dos ideas centrales en el análisis de Kuhn: imágenes continua y discontinua de la ciencia y el aspecto y función de los libros de texto.

Se dice que estamos ante una imagen continua y acumulativa de la ciencia cuando el desarrollo de un campo determinado de conocimiento se interpreta como una sucesión de teorías de modo que las nuevas teorías se añaden a las antiguas como los pisos superiores de una construcción se levantan sobre los primeros. El crecimiento científico consiste precisamente en adicionar nuevos hechos, conceptos y leyes que prácticamente vienen a sustituir a aquellos que se han mostrado erróneos. De acuerdo con esta imagen, la actividad científica tiene como meta el desvelar los secretos que yacen ocultos y permanentes en la naturaleza y el desarrollo de la ciencia es muestra de la aproximación cada vez más fina, en amplitud y profundidad, en la consecución de dicho objetivo. Por tanto, la aparición de una nueva teoría en un ámbito empírico determinado sólo indica que la vieja teoría posee ciertas limitaciones en sus aplicaciones y que la nueva teoría se encuentra más cerca de la verdad.

¹ Este hecho lo pone de relieve KUHN desde el comienzo mismo del libro: «si se considera a la historia como algo más que un depósito de anécdotas o cronología, puede producirse una transformación decisiva de la imagen que tenemos actualmente de la ciencia». KUHN, T. S., *La estructura de las revoluciones científicas*. México, Fondo de Cultura Económica, 1971, pág. 20.

Los trabajos de Kuhn, especialmente en historia de la física, mostraron que una imagen lineal y acumulativa de la ciencia es insostenible. El modelo de desarrollo científico que promueve entonces, y que resultará importante a la hora de sustentar sus diferentes tesis, está compuesto principalmente por dos periodos (etapas, estadios o momentos): el de *ciencia normal* y el de *ciencia extraordinaria* o revolucionaria.

La clave para comprender estas dos etapas y lo novedoso del planteamiento de Kuhn radica en una idea muy simple pero que había pasado desapercibida: las teorías empíricas o paradigmas² evolucionan en el tiempo, ellas se proponen y aceptan (nacen), se desarrollan y se dejan de usar (mueren). Esto quiere decir que cuando los científicos proponen y aceptan sus teorías, estas no se encuentran completamente acabadas sino que requieren de tiempo para su ajuste, desarrollo y ampliación. Y es precisamente esta actividad de ajuste de la teoría en ciertos puntos teóricos y experimentales, y de determinación de nuevas implicaciones teórico-experimentales la que domina los periodos de ciencia normal. Esta actividad normal, que Kuhn engloba bajo la expresión «resolución de enigmas o rompecabezas» (*puzzle-solving*), descrita en términos más concretos consiste en: articular de manera más precisa la teoría, buscar precisión en los fenómenos clave para la teoría, ampliar el dominio de aplicación de la teoría, determinar leyes cuantitativas y constantes, buscar métodos alternativos de aplicación de la teoría en nuevos campos de investigación, etc. A partir de lo anterior es fácil concluir que el desarrollo de la ciencia posee un carácter acumulativo durante los periodos de ciencia normal.

Por su parte, la ciencia extraordinaria se presenta cuando normalmente un grupo reducido de científicos se aparta de los métodos y técnicas predominantes con el propósito de resolver las *anomalías* empíricas de la teoría dominante. Una anomalía no es más que una experiencia que no encaja en la teoría que se implementa, una contrastación negativa que tiene la peculiaridad de ser persistente dentro de la comunidad científica. Así entonces surgen teorías alternativas

² La equivalencia entre teoría y paradigma no es del todo clara en los primeros trabajos de KUHN. En la etapa intermedia su tendencia si fue la de igualar estos términos y al final deja de emplear el término paradigma por considerar que «perdió totalmente control sobre él» (Ver ZAMORA, F., El último KUHN. *Arbor* CXLVIII, 584, Agosto, 1994, pág.10). De todos modos, tal y como se va a presentar en el numeral 3. *Teoría-Práctica y Concepto ampliado de teoría*, considero que uno de los aspectos más positivos y concretos que Kuhn dio a este término tiene que ver con una nueva noción de teoría empírica.

que permiten resolver, entre otras cosas, las anomalías bajo un nuevo conjunto de conceptos y leyes, y una nueva práctica científica. Una vez la nueva teoría se institucionaliza comienza un nuevo período de ciencia normal. Por tanto el cambio de teoría dentro de una misma disciplina no constituye un episodio de desarrollo acumulativo sino que es uno de carácter discontinuo, revolucionario, porque este cambio implica transformación principalmente en los conceptos y leyes fundamentales, en los problemas que se plantean y en los métodos que se proponen para abordarlos, en las técnicas experimentales y de procedimiento, y en los valores metodológicos del grupo. En síntesis, «una teoría por especial que sea su gama de aplicación —plantea Kuhn—, raramente, o nunca, constituye sólo un incremento de lo que ya se conoce. Su asimilación requiere la reconstrucción de teoría anterior y la reevaluación de hechos anteriores; un proceso intrínsecamente revolucionario, que es raro que pueda llevar a cabo por completo un hombre solo y que nunca tiene lugar de la noche a la mañana»³.

El que este aspecto discontinuo de la ciencia haya pasado desapercibido, en especial, a muchos historiadores y filósofos de la ciencia⁴ se debe principalmente y entre otras cosas, de acuerdo con los planteamientos de Kuhn, a la forma como están escritos y al papel que desempeñan los libros de texto en la educación de las nuevas generaciones de científicos. De acuerdo con Kuhn: «puesto que los libros de texto son vehículos pedagógicos para la perpetuación de la ciencia normal, siempre que cambien el lenguaje, la estructura de problemas o las normas de la ciencia normal, tienen, íntegramente o en parte, que volver a escribirse. En resumen, deben volver a escribirse inmediatamente después de cada revolución y, una vez escritos de nuevo, inevitablemente disimulan no sólo el papel desempeñado sino también la existencia misma de las revoluciones que los produjeron»⁵. De modo que quienes escriben los libros de texto tienden a reconstruir de un modo lineal y acumulativo el desarrollo de su disciplina, reinterpretando a la luz de la teoría actual los hechos, conceptos, leyes y en general los resultados alcanzados por las teorías pasadas, manteniendo de estos elementos los más estables y desechando el resto.

Pero si bien este tipo de reconstrucción presente en los libros de texto se sostiene por una forma especial de ver el desarrollo del conocimiento —obje-

³ KUHN, T. S., op. cit., *la estructura...*, pág. 29.

⁴ Esto por lo menos vale para las corrientes filosóficas que KUHN debatía.

⁵ Ibid. pág. 214.

to de críticas por parte de Kuhn—, también es cierto que obedece a la inquietud pedagógica por sistematizar el conocimiento de la disciplina con el interés de que los iniciados se apropien más rápidamente de sus resultados últimos. «Puesto que —plantea Kuhn— su finalidad es enseñar rápidamente al estudiante lo que su comunidad científica contemporánea cree conocer, los libros de texto tratan los diversos experimentos, conceptos, leyes y teorías de la ciencia normal corriente, hasta donde es posible, separadamente y uno por uno. *Como pedagogía, esta técnica de presentación es incuestionable*»⁶. Así pues, en este punto nos encontramos ante una situación paradójica y problemática: los trabajos de Kuhn han puesto de manifiesto la discontinuidad en el desarrollo científico y se tiene que, por otra parte, hay cierta efectividad en los libros de texto inspirados en un enfoque contrario.

Pero la cuestión no es tan complicada aún aceptando la efectividad pedagógica de los libros de texto bajo una estructura continua del desarrollo del conocimiento, la cual permite entre otras cosas que el educando alcance el dominio de las teorías más representativas de su campo y, de manera más general, como plantea Giere, «esta forma se adapta bien a las verdaderas operaciones de las capacidades cognitivas humanas»⁷. El problema radica más bien en hacer de esta técnica de presentación de los libros de texto la única posible y viable, de modo que constituya la única fuente que configure nuestra imagen de la ciencia. Los libros de texto, si bien importantes, deben entenderse como un instrumento más de la enseñanza, de modo que su función debe ser evaluada dentro del contexto más amplio de la enseñanza. Por tanto, el problema no radica propiamente en la existencia de libros de textos que muestren un desarrollo acumulativo de la ciencia sino más bien en la forma como estos se inscriben dentro de la enseñanza y especialmente en el uso que el maestro hace de los mismos. Hay que contemplar la posibilidad y necesidad de hacer e implementar libros de textos que rompan con los cánones tradicionales, de tal

⁶ Ibid. pág. 218. Cursiva mía. Unas páginas antes, página 213, KUHN se expresa en forma semejante: «en el caso de los libros de texto, por lo menos, existen incluso razones poderosas por las que, en esos temas, deban ser sistemáticamente engañosos»; y en la página 20 dice: «es inevitable que la finalidad de esos libros sea persuasiva y pedagógica; un concepto de ciencia que se obtenga de ellos no tendrá más probabilidades de ajustarse al ideal que los produjo, que la imagen que pueda obtenerse de una cultura nacional mediante un folleto turístico o un texto para el aprendizaje del idioma»

⁷ GIERE, R., *La explicación de la ciencia. Un acercamiento cognitivo*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, 1992, pág. 114.

manera que se puedan emplear paralelamente libros de texto con diversos enfoques. Bajo esta nueva óptica desaparece entonces la situación paradójica inicialmente planteada en relación con los libros de texto.

Como complemento de lo anterior, es necesario e importante promover programas y estrategias que asuman como un objetivo central la formación de una imagen de la ciencia mucho más compleja que la lineal y acumulativa. ¿Qué se gana en concreto con esta nueva imagen de ciencia? Se podría decir, en pocas palabras, que a partir de esta nueva imagen se propicia en el educando un mayor interés por conocer y participar en el conocimiento científico en la medida en que, como es común afirmar, se muestra la ciencia como una actividad no acabada, susceptible de ser transformada en las preguntas que se formula, sus métodos y técnicas de investigación y evaluación.

Por otra parte, considero que la historia de la ciencia y la filosofía de la ciencia son importantes como fuentes de conocimiento para el maestro a la hora de determinar estrategias en la programación y desarrollo de los cursos. Este punto puede ser objeto de malentendidos, por esto necesita ser ampliado. Se parte de que la enseñanza de una disciplina es una actividad compleja que requiere hacerse de conocimientos y herramientas que traspasan los límites de la especialidad que se enseña; por esto, el maestro puede encontrar en la historia y la filosofía de la ciencia fuentes importantes de *inspiración* para su labor. Ello no quiere decir que se haga de la enseñanza de cierta disciplina una enseñanza de la historia y la filosofía de esta disciplina, lo cual considero contraproducente para la enseñanza.

Finalmente, destaco un elemento que está relacionado con este último punto y el anterior: la importancia de ir a las mismas fuentes de conocimiento. Una manera efectiva para acercarse a la historia y a la filosofía de una disciplina es leer las fuentes o textos originales de sus pensadores más representativos, en ellos está presente, entre muchas otras cosas más, los problemas que debieron superar y la forma como lo hicieron.

3. Teoría-práctica y concepto ampliado de teoría

En la enseñanza de las ciencias la relación entre teoría y práctica se presenta básicamente en una de estas tres formas. En la primera, la teoría va delante de la práctica: el estudiante primero debe aprender la teoría, y con ella las leyes,

para después aplicarla en la solución de problemas. La segunda forma invierte el camino anterior: de la práctica en la solución de ejercicios y en la realización de experiencias de laboratorio a las leyes y teoría. Esta forma aunque es menos usual no está del todo ausente en las reflexiones pedagógicas y filosóficas. La última forma es intermedia en relación con las dos primeras: teoría y práctica van de la mano, ambas se aprenden al mismo tiempo.

El problema de tomar partido por una de estas alternativas, aduciendo razones de peso para ello, tiene que ver con lo que se quiera decir principalmente con «teoría», «práctica» y «van de la mano». El que llame la atención la última forma sobre las demás radica más bien en una cuestión un tanto retórica y de intuición que en contar con buenos argumentos, aunque como veremos a continuación, una vez se hayan hecho las precisiones conceptuales del caso, la solución de Kuhn a este problema puede inscribirse dentro de esta tercera alternativa.

Comienzo entonces por presentar la tesis que sostiene Kuhn respecto a la relación aducida en un principio entre teoría y práctica; con sus propias palabras: «adquirir todo un arsenal de ejemplares, igual que aprender generalizaciones simbólicas, son partes integrales del proceso por el que el estudiante logra llegar a las realizaciones cognoscitivas (*las teorías*) de su grupo disciplinario»⁸. Para comprender esta afirmación es necesario presentar otra ruptura clave de Kuhn con la filosofía de la ciencia dominante en la primera mitad del siglo⁹. La ruptura tiene que ver directamente con el concepto de teoría, concepto que en el caso de Kuhn está asociado con el término, muy escuchado y poco comprendido, «paradigma».

La concepción dominante hasta entonces asumía una teoría empírica como constituida por dos partes: una era el sistema formal y la otra un conjunto de reglas de correspondencia. La teoría empírica era un sistema formal o cálculo axiomático tal y como un sistema de lenguaje artificial construido por un lógico o una teoría matemática pura formada por un conjunto de enunciados

⁸ KUHN, T. S., *La tensión esencial*. México, Fondo de Cultura Económica, 1982, pág. 331. Lo del paréntesis es mío. En el mismo sentido se expresa KUHN cuando dice: «pero al principio y durante cierto tiempo, resolver problemas es aprender cosas consecutivas acerca de la naturaleza. A falta de tales ejemplares, las leyes (*generalizaciones simbólicas*) y teorías que previamente haya aprendido tendrán muy escaso contenido empírico». KUHN, T. S., *op. cit.*, *la estructura...*, pág. 288. Lo del paréntesis es mío.

⁹ Las principales corrientes filosóficas a las que se oponía KUHN eran el Empirismo Lógico y el Racionalismo Crítico de Popper.

cerrado por derivación a partir de un subconjunto de enunciados —los axiomas o leyes de la teoría. Pero además, puesto que por lo menos en principio una teoría empírica, que pretende decir algo del mundo que nos rodea, no es lo mismo que una teoría matemática, la teoría deberá tener además reglas de correspondencia que den una interpretación empírica y por tanto contenido empírico a la teoría.

En oposición a esta idea de que una teoría es un conjunto de enunciados, considero que el concepto kuhniano de paradigma, aunque un tanto vago, puede ser entendido como un concepto ampliado de teoría respecto al primero ¹⁰. El concepto de paradigma es más amplio ya que además del aspecto formal interpretado —lo que normalmente se entiende por teoría— incluye por lo menos dos elementos nuevos: las generalizaciones simbólicas y los ejemplares paradigmáticos o aplicaciones empíricas. Esto por lo menos es lo que sugiere Kuhn en el *Postscript* inmediatamente antes de presentar la noción de *matriz disciplinar* como equivalente a *paradigma* en su sentido más general ¹¹, pero con la ventaja de tener mayor precisión conceptual, pues dice: «los propios científicos dirían que comparten una teoría o conjunto de teorías (y no un paradigma o conjunto de paradigmas), y yo quedaré satisfecho si el término, a fin de cuentas puede volver a aplicarse para ese uso. Sin embargo, tal como se emplea en la filosofía de la ciencia el término «teoría», da a entender una estructura más limitada en naturaleza y dimensiones de la que requerimos aquí» ¹². La matriz disciplinar es una estructura más amplia ya que está constituida por los modelos ontológicos o heurísticos, los valores metodológicos, las generalizaciones simbólicas y los ejemplares paradigmáticos o paradigmas propiamente dichos, pero en el presente contexto sólo nos ocuparemos de las

¹⁰ Para una presentación y crítica de la concepción enunciativa de las teorías, como la contribución de KUHN a este respecto, ver: STEGMÜLLER, W., *Estructura y Dinámica de Teorías*, «La noción de ciencia en T. S. KUHN. Esbozo intuitivo de sus ideas». Barcelona, Editorial Ariel, 1983, págs. 196-215; MOULINES, C. U. *Exploraciones metacientíficas*. Alianza Editorial, S. A., Madrid, 1982. Numeral 2.1 Hacia un nuevo concepto de teoría empírica. Escritos posteriores de KUHN en donde elabora mucho más su concepto de teoría: El cambio de teoría como cambio de estructura: comentarios sobre el formalismo de Sneed, *Teorema*, v. 7/2, 1977, págs. 141-165; y, entre los últimos, «Dubbing and redubbing: the vulnerability of rigid designation», en Wade SAVAGE, C. (ed.), *Scientific theories*, Minnesota Studies in the Philosophy of Science, XIV, University of Minnesota Press, Minneapolis, 1990, págs. 298-318.

¹¹ KUHN, T. S., *op. cit.*, *la estructura...*, pág. 269. Para los dos sentidos básicos de paradigma.

¹² *IBID.* pág. 279. Lo del paréntesis es mío.

dos últimas componentes que son las que intervienen directamente en la idea que se está defendiendo.

De modo que para los propósitos presentes es suficiente con destacar que una teoría empírica es más compleja que un conjunto de axiomas y que mínimamente los dos elementos principales estrechamente relacionados que la componen son las leyes fundamentales, como equivalentes a las generalizaciones simbólicas, y las aplicaciones empíricas. Estos dos elementos de una teoría son de gran importancia estructural y epistemológica y así su dominio por parte de los estudiantes es determinante en el conocimiento de la teoría. Veamos cada una de estas componentes por separado para después destacar su relación.

Si partimos de reconocer, como plantea Moulines, que «las generalizaciones simbólicas de Kuhn podrían ser llamadas también leyes o principios fundamentales»¹³, la función de las leyes fundamentales dentro de una teoría no se comprende si estas se reducen simplemente a enunciados empíricos de hecho; su función es mucho más compleja como veremos. Por lo menos son tres las funciones que pueden desempeñar las generalizaciones simbólicas: como enunciados empíricos, como definiciones y como esquemas de leyes. Estos tres aspectos pueden ser ilustrados perfectamente en el caso del segundo principio de Newton, sin desconocer las complejidades que encierra dicho análisis¹⁴.

La distinción entre enunciado de hecho y definición radica en que mientras un enunciado de hecho es un enunciado que describe un estado de cosas en la naturaleza de acuerdo con cierta teoría, la definición se entiende como una convención terminológica acerca del uso de ciertos términos de la teoría¹⁵. Siendo esto así, el segundo principio de Newton puede pasar tanto por enunciado de hecho como por definición: se asume como lo primero en la medida en que dice algo de la naturaleza y como lo segundo en cuanto se puede entender como

¹³ MOULINES, C. U., «La concepción kuhniana de ciencia y la revolución newtoniana en mecánica», *Endoxa N.º 9*, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, pág. 38; y GIERE, R., *op. cit.*, cap. 3 *Modelos y Teorías*, especialmente pág. 100, en donde se argumenta básicamente que las leyes funcionan como generalizaciones empíricas.

¹⁴ En el presente contexto no es posible presentar en detalle las complejidades que encierran estas distinciones. Una exposición amplia al respecto se encuentra en MOULINES, C. U., *Exploraciones metacientíficas*. Alianza Editorial, S. A., Madrid, 1982. En el numeral 2.3 Forma y función de los principios-guía en las teorías físicas.

¹⁵ *IBID.* pág. 91.

una definición de fuerza, como una tautología. Este último enfoque, por ejemplo, fue ampliamente defendido por Mach. Pero si bien ambas lecturas son viables, ambas son incompletas y no alcanzan a captar todo el alcance que los físicos otorgan a este principio. De todas formas, a la luz de los planteamientos de Kuhn, esta distinción a esta altura del análisis es ya de por sí de gran importancia puesto que el tipo de compromiso que asuma el científico con el segundo principio de Newton (entenderlo como enunciado de hecho o como definición) conlleva inevitablemente a investigaciones muy diferentes y, en caso de que se den, a distintas modificaciones de la teoría.

El tercer sentido que puede adquirir el segundo principio es el que quiere resaltarse con la expresión «generalización simbólica». En general, es decir para cualquier enunciado que se considere una ley y no sólo para el segundo principio de Newton, para Kuhn la función principal de las generalizaciones simbólicas es «la resultante capacidad para percibir toda una variedad de situaciones como similares»¹⁶. Es decir, las leyes funcionan como principios o criterios de semejanza/diferencia que nos permiten organizar la diversidad de experiencias a la que estamos expuesto en aquellas que son similares bajo ciertos aspectos y en aquellas que no lo son. Esto aplicado al segundo principio de Newton tiene interesantes consecuencias puesto que no sólo nos permite ver cómo funciona este principio como principio semejanza / diferencia sino también comprender su *status* en la mecánica al asimilar este principio a un esquema de ley.

Entender el segundo principio de Newton como un esquema de ley amplía y complementa los dos sentidos anteriores —como enunciado de hecho y definición— mostrando así la potencia que se encuentra en este principio. El segundo principio de Newton no tiene el mismo *status* formal que las leyes que gobiernan las fuerzas particulares en un sistema mecánico puesto que el principio lo que está planteando es una condición general que debe cumplir cualquier tipo de fuerza independientemente de su forma y características; en este sentido se puede decir que el segundo principio de Newton es una *ley de leyes*. Así pues, la forma $f = ma$, normalmente dada al segundo principio de Newton, cambia dependiendo del tipo de sistema físico en consideración: por ejemplo, en la caída libre se transforma en $mg = ma$ y en el péndulo simple adquiere la forma más compleja $mg \sin\theta = -ml d^2\theta / dt^2$.

¹⁶ KUHN, T. S., *op. cit.*, *la estructura...*, pág. 290.

Ahora bien, es claro que aún cambiando la forma del segundo principio de un tipo de sistema mecánico a otro, en todos ellos el mismo principio se cumple y en este sentido todos ellos son semejantes.

Resta entonces por aclarar la segunda componente de una teoría, los ejemplares paradigmáticos, y su relación con las leyes. Kuhn en este punto es lo suficientemente claro al plantear que, complementando la cita anterior, «la resultante capacidad para percibir toda una variedad de situaciones como similares, como sujeto para $f = ma$ o para alguna otra generalización simbólica es, en mi opinión, lo principal que adquiere un estudiante al resolver problemas ejemplares, sea con papel y lápiz o en un laboratorio bien provisto»¹⁷. El estudiante de física que por primera vez se enfrenta con la mecánica newtoniana no comienza comprendiendo de una vez por todas las leyes de la teoría sino que de manera gradual se va familiarizando con sus conceptos y leyes a través de la solución de problemas muy concretos. Problemas como la caída libre, el movimiento de proyectiles, el plano inclinado, el movimiento de los planetas y unos cuantos más, constituyen el tipo de situaciones típicas con las que hay que comenzar a ejercitarse en la identificación de masas, aceleraciones, fuerzas y las relaciones entre estas magnitudes; de manera que, una vez el estudiante adquiere destreza en la solución de estos problemas ejemplares, para resolver los nuevos problemas que se le formulen procederá por analogía transformando la nueva situación a una equivalente o semejante a la dada en los ejemplares para proceder de igual forma en la solución.

En la medida en que el estudiante aprenda a resolver ciertos problemas concretos de mecánica newtoniana (caída libre, planos inclinados, el péndulo cónico, las órbitas keplerianas, etc.) mediante la aplicación de ciertas leyes, en esa misma medida se puede decir que el estudiante empieza a comprender la física newtoniana. Las generalizaciones simbólicas y las aplicaciones modelo se aprenden a la vez, las dos se refuerzan mutuamente en el aprendizaje de la teoría. Al respecto, R. Giere plantea que «sin duda Kuhn estaba sobre la pista correcta cuando destacó la importancia de los modelos en la formación académica del científico»¹⁸.

¹⁷ IBID.

¹⁸ GIERE, R., *La explicación de la ciencia. Un acercamiento cognitivo*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, 1992, pág. 99.

En síntesis, en lo que respecta a la parte teórica se tiene que entender las teorías como un conjunto de enunciados, como el conjunto de sus axiomas y de sus consecuencias lógicas, es una concepción estrecha de teoría. Las teorías son entidades más complejas y a la luz de los desarrollos de Kuhn las teorías además de los axiomas o leyes contienen por lo menos el conjunto de aplicaciones paradigmáticas, componentes ambas indispensables para lograr un dominio de la teoría.

En lo que respecta al aspecto pedagógico derivado de lo anterior, considero que la principal idea que se plantea es que el aprendizaje de una teoría es cuestión de tiempo, en el sentido en que son muchos los requerimientos para llegar a un dominio mínimo de ella. Al desglosar esta última idea lo primero que hay que admitir es que el vehículo primario de conocimiento es la teoría como un todo y no una o más de sus partes, entendiendo por partes los conceptos o leyes que componen la teoría. En otras palabras, en lo que concierne a la dimensión epistémica de la enseñanza de las ciencias la meta debe estar puesta fundamentalmente en el dominio de teorías y esta meta no puede desdibujarse cuando la atención recae en el dominio de sus componentes. Y lo segundo que hay que admitir es que la enseñanza de una teoría no puede ser vista como la suma sucesiva de conocimientos fragmentados acerca de un aspecto de la teoría —un concepto o una ley—, sino como un proceso «orgánico» en donde se comienza por tener una aproximación a cada elemento básico por separado para después integrar paulatinamente los distintos elementos hasta conseguir, por así decir, una «imagen» completa de la teoría y del ámbito al cual se aplica.

4. Aprendizaje de un lenguaje e inconmesurabilidad

La idea central que se busca presentar en este numeral es asimilar la enseñanza de una teoría empírica con la enseñanza de un nuevo lenguaje. Enunciada la cuestión de esta forma parece no contener nada novedoso, pues parece claro que nuestras primeras lecciones de física, por ejemplo, nos proporcionan a la vez tanto conocimiento físico del mundo como el manejo de nuevo lenguaje, el lenguaje de la física. Pero las dificultades surgen cuando se piensa en las teorías sucesivas de una disciplina. En estas circunstancias lo normal ya no es pensar en que el aprendizaje de las teorías posteriores vaya acompañado de un lenguaje completamente nuevo sino que más bien suponemos que va acompañado de nuevos conceptos y relaciones conceptuales que se

suman a las anteriores sin que se presente conflicto alguno entre los nuevos y los ya existentes. La imagen dominante entonces en este último caso es que el lenguaje de las teorías está supeditado al mundo: la naturaleza misma nos va dando las pautas para nombrar y describir las nuevas cosas que descubrimos y los nuevos fenómenos que presenciamos sin que intervenga ningún proceso significativo de construcción por parte nuestra. Esta idea se encuentra en completa consonancia con una visión acumulativa del conocimiento científico tal y como se caracterizó al comienzo en este escrito.

En oposición a este punto de vista, la tesis que se quiere defender aquí, inspirada en los planteamientos de Kuhn y especialmente en su doctrina de la inconmensurabilidad entre teorías, es que el desarrollo de teorías sucesivas en un mismo ámbito empírico separadas por una revolución científica conlleva rupturas fundamentales en el lenguaje y en la manera de comprender el mundo. De modo que bajo estas condiciones el paso de una teoría a la siguiente temporalmente implica entre otras cosas una reeducación en el lenguaje. Esto es en términos muy generales. En términos más concretos se mostrará que este proceso revolucionario del cambio teórico dentro de una disciplina determinada se debe en buena medida a tres características —estrechamente relacionadas pero distinguibles— sobresalientes de las teorías empíricas: el ser localmente holistas, el proporcionar una taxonomía y el proporcionar una especie de patrón de semejanza / diferencia (qué es semejante a qué y qué es diferente de qué). Así pues, lo que se está proponiendo es pensar la enseñanza de una nueva teoría como un proceso de aprendizaje de un lenguaje y de conocimiento del mundo en donde por lo menos se tengan muy presentes estas tres características.

Comienzo entonces por precisar la tesis de la inconmensurabilidad para luego mostrar que la inconmensurabilidad entre teorías puede verse como el fenómeno general resultado de cambios más particulares relacionados con estas tres características de una teoría. El tema de la inconmensurabilidad, como se insinúa en los párrafos inmediatamente anteriores, visto de un modo general aborda el problema del papel del lenguaje en la relación entre teoría y mundo, y además es un fenómeno que se presenta en los cambios de teoría dentro de un determinado dominio empírico. En pocas palabras, la inconmensurabilidad es una relación que se establece normalmente entre teorías sucesivas que pretenden aplicarse a un mismo campo empírico aproximadamente. En el campo de la física, por ejemplo, Kuhn considera que la física aristotélica y la mecánica newtoniana, al igual que esta última con la teoría de la relatividad de Einstein, constituyen pares de teorías inconmensurables.

Kuhn presentó esta tesis en su muy conocido libro *La estructura de las revoluciones científicas* y la planteó como una de las características dominante entre paradigmas sucesivos; igualmente, tanto en este libro como en escritos posteriores, mostró qué tan plausible era esta tesis a través de los numerosos casos históricos analizados. La caracterización más elaborada que nos ofrece Kuhn del fenómeno de inconmensurabilidad es como sigue: «afirmar que dos teorías son inconmensurables significa afirmar que no hay ningún lenguaje, neutral o de cualquier otro tipo, al que ambas teorías, concebidas como conjuntos de enunciados, puedan traducirse sin resto o pérdida»¹⁹. La inconmensurabilidad de esta forma se entiende básicamente como intraducibilidad entre teorías, puesto que no es posible traducir por lo menos los términos o conceptos básicos de una teoría a la otra, los conceptos fundamentales de una teoría no pueden ser definidos en términos de la otra. En otras palabras, entre dos teorías inconmensurables hay divergencia semántica total —tanto en el significado como en el referente— entre sus términos básicos. Lo anterior implica que los cambios de teoría conllevan cambios en el lenguaje, de modo que comprender una nueva teoría puede asemejarse en parte al aprendizaje de un lenguaje.

En el caso de la física aristotélica y la mecánica newtoniana se tiene que las ideas de Aristóteles sobre física difícilmente pueden asumirse como ideas anticipatorias de la mecánica newtoniana, estas ideas no tienen proximidad alguna con la física newtoniana; los conceptos aristotélicos de movimiento, causa, cuerpo, lugar, etc., no tienen contrapartida ni proximidad con los conceptos newtonianos de movimiento, fuerza, masa, espacio, etc. No es posible traducir una teoría a la otra, los conceptos básicos de la física de Aristóteles no pueden expresarse en términos newtonianos, y por tanto el paso del paradigma aristotélico al paradigma newtoniano implicó un cambio en el significado y el referente —los objetos— de los términos principales.

Esta situación descrita en términos generales puede hacerse más explícita destacando el carácter localmente holista de las teorías y el hecho que las teorías proporcionan categorías taxonómicas y un patrón de semejanza /

¹⁹ KUHN, T. S., «Conmensurabilidad, comparabilidad y comunicabilidad», en KUHN, T. S., *¿Qué son las revoluciones científicas?*, Ediciones Altaya, S. A., 1994, pág. 99. Las ideas básicas aquí expuestas sobre la inconmensurabilidad y otras relacionadas, las he presentado de una forma más sistemática en mi escrito «Inconmensurabilidad y comunicabilidad en Kuhn», en *Thomas Kuhn*, Santiago de Cali, Editorial Universidad del Valle, 1997, págs. 73-96.

diferencia como un modo de estructurar el mundo. Una teoría empírica es una entidad constituida como un todo ya que las distintas leyes fundamentales que la componen están orgánicamente interrelacionadas, de modo que un cambio en la teoría se origina precisamente por cambios simultáneos en sus leyes y, con ello, en varios aspectos integrados de la naturaleza. Este holismo de las teorías se dice que es local y no total porque en el caso de pares de teorías inconmensurables las teorías comparten buena parte del lenguaje y sus diferencias en cuanto al lenguaje sólo se encuentran en los términos fundamentales.

Así, por ejemplo, en el caso de la física aristotélica se integran diversas generalizaciones en una única imagen de la naturaleza: el vacío no es posible, el movimiento es un cambio de estado, el movimiento como concepto general no sólo incluye el movimiento local, diferencia de naturaleza entre mundo celeste y mundo terrestre, predominio de la causa final, etc. Pasar de esta imagen de la naturaleza a la que proporciona la física newtoniana no consiste simplemente en modificar cada uno de estos elementos por separado sino más bien una transformación simultánea de todos a la vez en donde: el vacío es posible, el movimiento únicamente hace referencia al cambio de posición, el movimiento local es un estado, no hay distinción entre cielo y tierra, las causas naturales son causas eficientes, etc.

El carácter holista de la mecánica de Newton radica principalmente en la interdependencia entre los conceptos de masa y fuerza, y la de estos dos conceptos con el segundo principio de Newton. Esto en términos epistemológicos significa que no es posible comprender en forma clara uno de estos dos conceptos sin tener en cuenta el otro y su relación presente en la ecuación de movimiento: el aprendizaje tanto de estos conceptos como el de sus relaciones debe darse a la vez como un modo nuevo de estructurar el mundo.

Estrechamente relacionado con el holismo local de las teorías está que las teorías proporcionan un grupo de categorías taxonómicas que permiten organizar y estructurar nuestra experiencia en la dimensión ontológica, en lo que tiene que ver con los objetos que pueblan el mundo y las relaciones entre ellos. De acuerdo con Kuhn cada teoría en cierta forma subdivide el mundo perceptual y conceptualmente de tal manera que un cambio de teoría tiene como consecuencia una transformación en las categorías taxonómicas. El paso del geocentrismo al copernicanismo nos permite una ilustración. En esta transformación no sólo cambió el significado del término «planeta» sino que el dominio

de aplicación del término, los objetos a los que se refiere, también cambió. Para el ptolemaico la extensión del término «planeta» incluía a la Luna y excluía a la Tierra, mientras que el mismo término en el copernicanismo ya hace referencia a la Tierra y la Luna pasa a incluirse dentro de la categoría «satélite», categoría no existente en la teoría ptolemaica. En los términos gráficos de A. Koyré: los partidarios del geocentrismo al dirigir su mirada a los cielos se sentían atrapados en el centro de una gran esfera mientras que los copernicanos experimentaban una inmensidad infinita.

Es en este sentido preciso como hay que entender afirmaciones de Kuhn como las siguientes: «un cambio de teoría es un cambio de mundo» o «estando en el mismo mundo, partidarios de paradigmas diferentes, viven en mundos diferentes». Por tanto, los científicos al cambiar de teoría deben experimentar un proceso de reeducación en algunos aspectos de la naturaleza y deben aprender a «ver» de una manera distinta puesto que la nueva teoría constituye una alteración de las entidades de la naturaleza como de las relaciones entre dichas entidades. En términos de Kuhn: «los cambios de paradigma hacen que los científicos vean el mundo de investigación, que les es propio, de manera diferente. En la medida en que su único acceso para ese mundo se lleva a cabo a través de lo que ven y hacen, podemos desear decir que, después de una revolución, los científicos responden a un mundo diferente»²⁰.

Finalmente tratemos el tercer aspecto esencial de las revoluciones científicas: los cambios en el patrón de semejanza/diferencia. Este aspecto de las teorías fue puesto de relieve al analizar las generalizaciones simbólicas y su relación con los ejemplares paradigmáticos, pero en este punto valen dos puntualizaciones. En primer lugar, es claro que aprender a establecer semejanzas es ya aprender a hacer diferencias: aprender el uso del término «planeta» es saber identificar los objetos que designa y los que excluye el término; con otro ejemplo, el de la mecánica clásica: el estudiante debe aprender a identificar aquellas circunstancias en donde es correcto plantear que un cuerpo está sometido a una fuerza y, de manera más particular, desarrollar la capacidad para distinguir tipos de fuerza en casos muy concretos.

En segundo lugar, se ha dicho «el estudiante debe aprender a identificar» y «desarrollar la capacidad para distinguir» indicando que el aprendizaje de una

²⁰ KUHN, T. S., *op. cit.*, *la estructura...*, pág. 176.

relación de semejanza no está mediado por un conjunto de criterios o reglas anterior que gobierne dicha relación. En otras palabras, no es posible contemplar en un sólo enunciado (regla o norma), o en un pequeño número de ellos manejable, todo un conjunto completo de situaciones —que las agote por completo— que defina una relación de similitud respecto a cierto aspecto. El iniciado debe comenzar por manejar un conjunto de características relevantes entre situaciones semejantes presentadas por el maestro para luego pasar a aplicarlas a situaciones nuevas por su propia cuenta, con objeto de dominar aún más la relación de semejanza. El iniciado en física aristotélica, por ejemplo, aprende a asociar bajo la categoría de movimiento el vuelo de una flecha, el crecimiento de un roble y la recuperación de la salud, similitud que es rechazada por el versado en mecánica clásica.

Finalmente, ¿qué es lo que se quiere decir exactamente con asimilar la enseñanza de una nueva teoría con un proceso de aprendizaje de un lenguaje? Lo primero a aclarar es qué aspecto del lenguaje es el que se considera en este contexto relevante para su aprendizaje. El aspecto principal es la componente semántica del lenguaje; es decir, la relación entre el lenguaje y el mundo a través de sus palabras y oraciones. En términos muy generales, conocer una palabra y una oración comporta especialmente un aspecto semántico, el de aprender a emitir la expresión en condiciones externas adecuadas, puesto que es en relación con ciertas circunstancias observables como las palabras y oraciones obtienen su significado. Esto puesto en términos del lenguaje de una teoría plantea el tener muy en cuenta aquellos conceptos de la teoría que se refieren a algo en el mundo y en últimas la imagen que se proyecta del mundo a través de la estructura del lenguaje de la teoría.

Lo segundo es que cuando se habla de enseñanza de una nueva teoría esto se plantea en el contexto de lo que podría llamarse teorías sucesivas dentro de una disciplina. Aquí se tiene entonces que, como ya se ha dicho, lo común es admitir que lo novedoso que aporta la teoría posterior al lenguaje de la disciplina se puede entender simplemente como o bien una ganancia en precisión de los conceptos básicos o bien un nuevo concepto que se adiciona a los restantes sin crear complicaciones; contrariamente a esto, la principal lección que se obtiene del análisis anterior del cambio en las categorías taxonómicas es que en el aprendizaje no hay que perder de vista que viejos términos pueden seguirse usando en la nueva teoría pero con un sentido nuevo y, por supuesto, distinto.

Así, entonces, en la enseñanza de las teorías posteriores debe ponerse atención a la transformación que sufren los conceptos fundamentales, especialmente a los conceptos homófonos, de modo que en cierta forma hay que proceder como si se tratase de «la primera teoría», de un nuevo lenguaje; pero claro que como este no es el caso, también hay que tener el cuidado de contrastar esta teoría con sus predecesoras determinando las continuidades y rupturas conceptuales entre ellas. Las precisiones anteriores están dadas en términos principalmente de cambios en las categorías taxonómicas entre teorías sucesivas, pero las mismas también valen referidas a patrones de semejanza / diferencia; en pocas palabras, es importante destacar este tipo de relación en el mayor número de casos posibles.

En síntesis, al nivel de la enseñanza de las ciencias es útil pensar en que el proceso de aprendizaje de las nuevas teorías es similar al aprendizaje de un lenguaje y que este último está indisolublemente ligado al conocimiento mismo de la naturaleza. Como plantea Kuhn: «en la mayoría del proceso de aprendizaje del lenguaje estas dos clases de conocimiento —conocimiento de palabras y conocimiento de la naturaleza— se adquieren a la vez; en realidad no son en absoluto dos clases de conocimiento, sino dos caras de una sola moneda que el lenguaje proporciona» ²¹.

5. Conclusiones

Seguramente la mejor forma de presentar las conclusiones consiste en atenernos a lo que desde un principio hemos dado en llamar *propuesta de estrategias para la enseñanza de las ciencias*. Primero, en cuanto a lo que tiene que ver con los libros de texto, por una parte, se ha defendido cierto pluralismo en el empleo de los libros de texto, ya que se ha destacado la efectividad de los libros escritos a la luz de la teoría dominante y la importancia de promover libros de texto con otros enfoques, entre los que pueden incluirse algunos escritos originales de pensadores representativos de la disciplina. Por otra parte, se ha sugerido que la estructura de estos últimos libros debería inspirarse más, por ejemplo, en análisis históricos y filosóficos del campo de estudio, de modo que estos textos posibiliten una imagen más compleja de la actividad científica al

²¹ KUHN, T. S., *op. cit.*, ¿qué son las..., pág. 92.

destacar aquél periodo en el que una teoría dominante entra en crisis y en el que se estructura una nueva teoría, especialmente en lo que tiene que ver con la metodología, técnicas y procedimientos de investigación y de evaluación de viejos y nuevos fenómenos.

Segundo, en cuanto a la enseñanza de una teoría a la luz del concepto de teoría empírica, se ha propuesto, por una parte, que las leyes y las aplicaciones empíricas de una teoría son dos elementos de gran importancia estructural y epistemológica, de modo que su dominio por parte de los estudiantes es determinante para el conocimiento de la teoría: estos dos elementos se refuerzan mutuamente en el aprendizaje de la teoría y, en general, podríamos decir que se aprenden a la vez. Por otra, que al desglosar el planteamiento anterior surgen las siguientes dos ideas clave: el vehículo primario de conocimiento es la teoría como un todo y no sus conceptos o leyes tomados aisladamente y, segunda, la enseñanza de una teoría no puede ser vista como un proceso lineal, de ir acumulando conocimiento de partes de la teoría, sino que más bien tiene un aspecto holista u orgánico. Además, este carácter orgánico no sólo se debe a las relaciones entre leyes y aplicaciones sino también a las relaciones entre los mismos conceptos fundamentales a través principalmente de las leyes.

Finalmente, también se ha propuesto el tener en cuenta en las estrategias y actividades de enseñanza de una teoría las categorías taxonómicas y el patrón de semejanza / diferencia que le son propios y adicionales a su carácter holista, de modo que estos aspectos en conjunto son los que nos permiten asociar el proceso de enseñanza de una nueva teoría con la de un lenguaje.