

MODELOS CONCEPTUALES Y MENTALES

Elementos para repensar la enseñanza y el aprendizaje

Gonzalo Miguel Mondino

Resumen

Los modelos, mentales y conceptuales, ofrecerían una nueva conceptualización para intentar comprender los procesos cognitivos por los cuales los seres humanos razonan y construyen el conocimiento. Inscriptos en la psicología cognitiva, y como alternativa explicativa en contraste con los esquemas conceptuales, los modelos se postulan como una forma de abordar los procesos de aprendizaje y, por qué no, también de enseñanza. Este artículo pretende desarrollar los principales postulados acerca de ambas tipologías de modelo, y concluir en base a teorizaciones sobre el impacto que las mismas tienen en relación con el aprendizaje, presentando a modo de crítica, riesgos y dificultades, como así también las alternativas constructivas en su utilización en los espacios de educación formal.

Palabras claves: modelos mentales - modelos conceptuales - representación - aprendizaje.

Abstract

Mental and conceptual models would offer a new conceptualization, so as to try the understanding of cognitive processes, for which human beings reason and build knowledge. Belonging to the cognitive psychology, and as an explanatory alternative in contrast with conceptual schemes, the models are postulated as a way of approaching the learning processes, and, why not, teaching processes. This article pretends to develop the main postulates about both kinds of model, and to conclude, on the basis of speculations, about the impact that both have in relation to the learning, showing as critique, risks and difficulties, and also the constructive alternatives in their usage in formal education.

Keywords: mental models - conceptual models - representation - learning.

Introducción

Desde la óptica de las ciencias se asume que se comprende el mundo mediante las explicaciones que las distintas disciplinas ofrecen en los diversos campos del saber y objetos cognoscibles. Dichas explicaciones —que no en todos los casos se fundan en una relación de causa/efecto— son aprehensibles siempre que se disponga de una base conceptual pertinente para comprender los nuevos saberes que se buscan asimilar.

De acuerdo a ello, conocer implica la existencia de referentes conceptuales previos. Estos referentes actúan como una especie de lente mediante la cual se recorta la experiencia y los hechos en unidades, objetos, propiedades y relaciones de diversa naturaleza en virtud de la especificidad del campo disciplinar y la estructura cognitiva. En otras palabras, dichos referentes posibilitan la asignación de significado a los nuevos datos percibidos, ampliando así los esquemas de conocimiento.

Vale aclarar que, si bien autores como Ausubel, Novak y Hanesian¹ coinciden en entender la estructura cognitiva como “una organización jerárquica del cuerpo de conceptos que posibilitan interpretar los hechos”, ésta se compone, además, de un complejo de funciones que permiten la ejecución de tareas mentales (estrategias cognitivas). Los conceptos a organizar son manipulados, por así decirlo, en base a una metodología propia (personal) en la que intervienen capacidades, intereses, y sentimientos.

En suma, es una conjunción entre lo fáctico, como dato externo percibido, y el procesamiento de datos lo que da lugar a nuevos conceptos, como elaboración interna, integrados a (y al mismo tiempo modificadores de) la estructura de conocimientos existente.

La dinámica propia del pensar tiene su origen en la activación de mecanismos mentales sobre la base del par conocido/desconocido. En tal sentido, los modelos no constituyen esquemas fijos, modo en que se erigen los esquemas conceptuales, sino que se constituyen como una combinación de estos últimos con operaciones y formas específicas de razonamiento, clasificación y decodificación de la información, etc.

El término modelo se emplea muy a menudo en el discurso académico-científico, y con igual o mayor frecuencia en el cotidiano, de muy diversas maneras en ambos contextos y en relación a dominios de muy variada índole, lo que le imprime un carácter polisémico a este vocablo, por lo que será pertinente precisar su alcance en el marco de las diferencias que los binomios “modelo conceptual” y “modelo mental”, objetos de análisis en este escrito, le adosan al concepto.²

¹ David P. Ausubel, Joseph D. Novak y Helen Hanesian, *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo* (México: Trillas, 1996, 9a. reimp), 132.

² Diferentes acepciones del término “modelo” pueden encontrarse en el célebre José Ferrater Mora, *Diccionario de Filosofía* (Buenos Aires: Sudamericana, 1996, 7ª edición). O también puede consultarse el enciclopédico *Diccionario de Filosofía* (Barcelona: Herder, 2001).

Los modelos conceptuales

Un modo de referirse a modelo es tomar un sistema en base al cual se trate de presentar una teoría. El modelo es sin más la realidad que la teoría intenta explicar. A esta acepción, por lo general se agrega el adjetivo teórico, para hacer referencia a un conjunto de leyes o hipótesis explicativas de la realidad. Por ejemplo, cabrían dentro de esta consideración la psicología freudiana, el marxismo, el positivismo, etc.

Los modelos son una simplificación de la realidad, la abstracción de complejas estructuras intuibles, que han llegado a ser un importante recurso metodológico para la ciencia. En acuerdo con esta última interpretación, R. Snow sostiene que

(...) los modelos son analogías descriptivas bien desarrolladas a las que se recurre para visualizar con frecuencia de forma simplificada o en miniatura, fenómenos que no pueden observarse directa o fácilmente. De esta forma, cada modelo viene a ser “a projection of a possible system of relationships” entre los fenómenos.³

May Brodbeck,⁴ uno de los pocos pensadores de la ciencia que se ha dedicado principalmente al ámbito de la educación, sostiene que los modelos conceptuales centran su función en ser un “esquema intelectual intercientífico”. En efecto, el término técnico isomorfismo permite expresar la similitud existente entre una cosa y su modelo. Ello hace que los esquemas conceptuales de los modelos sean transpolables y funcionen para otras teorías. O dicho de otro modo, la idea clave de los isomorfismos es establecer la diferencia entre teoría, en cuanto constructo representacional dotado de un lenguaje (sintaxis), y familias de hechos que comprende, en cuanto mundo real, observacional (semántica). Según el autor antes citado, todo isomorfismo requiere de dos condiciones para ser tal: en primer lugar, debe existir una correspondencia de “uno a uno” entre los elementos del modelo y los constituyentes del objeto modelizado; y, en segundo lugar, ciertas relaciones, entre esos elementos, deben ser preservadas. Es cierto que, en virtud del interés que orienta el proceso de modelización, pueden preservarse algunas relaciones y no otras, lo cual daría como resultado que el modelo funcione, o tal vez no, de igual modo que el original. En los casos en los cuales los modelos funcionan de manera similar al objeto original, el isomorfismo se

³ Miguel Fernández Pérez, *Modelos conceptuales de las ciencias humanas y su aplicación a las ciencias de la educación* (Salamanca: Ediciones Sígueme, 1978), 5.

⁴ May Brodbeck, “Models, Meanings and Theories”, en *Symposium on Sociological Theory*, ed. L. Gross, 373-403 (New York: Harper & Row, 1959).

denomina completo, caso contrario incompleto. En concreto se trataría de que una teoría o ciencia adoptara la dimensión descriptiva, leyes y métodos vigentes en otro campo de la realidad: cada vez que se encuentra una estructura cualquiera cuyos elementos se corresponden con las variables y constantes individuales de un sistema y cuyas funciones proposicionales se corresponden con los símbolos funcionales (operaciones o funtores) del mismo sistema, se dice que esa estructura es una interpretación o un modelo apropiado del sistema en cuestión o, viceversa, que éste es un sistema apropiado de la estructura, ya que existe un isomorfismo o isomorfía (un tipo de función matemática) entre ambos.⁵

Es por ello que los modelos teóricos (conceptuales) son muy útiles cuando se quieren estudiar fenómenos o sistemas complejos, puesto que representan la materia en estudio de modo más simple, centrándose en los aspectos más destacados del fenómeno, soslayando ciertos detalles. No obstante, y sobre la base de lo que se ha explicitado sobre el carácter isomórfico que distingue a un modelo, es recomendable tener presente que la simplificación del objeto de estudio, inherente al proceso de modelización, debe prever algún mecanismo de control,⁶ porque pueden quedar fuera elementos significativos, que se vinculan de modo directo con lo que se quiere estudiar, y producir así interpretaciones erróneas o incorrectas.

Se explicita a continuación algunas notas específicas de los modelos conceptuales:

a. Abstracción: todos los modelos y teorías no son la realidad, sino una construcción mental-conceptual, una estructura forma, no material.

⁵ Héctor Jorge Padrón, *Aristóteles* (Mendoza, Universidad Nacional de Cuyo, 1997).

⁶ Estos “mecanismos” pueden consistir simplemente en instancias de reflexión que permitan revisar el grado de correspondencia entre el objeto y el modelo. Pueden aplicarse, por ejemplo, algunos de los criterios para evaluar teorías científicas propuestos por el epistemólogo Mario Bunge, específicamente aquellos correspondientes a los requisitos semánticos (exactitud lingüística, unidad conceptual, interpretabilidad empírica, representatividad), gnoseológicos (potencia heurística, capacidad unificadora, profundidad, alcance, etc.) y metodológicos (contrastabilidad, simplicidad metodológica), por nombrar aquellos que más claramente pueden utilizarse para juzgar la conveniencias de determinados modelos frente a determinados fenómenos (Mario Bunge, *La investigación científica* [Barcelona: Ariel, 1989]). O puede recurrirse a los *criterios críticos* expuestos por Tom Campbell: claridad, consistencia, adecuación empírica, adecuación explicativa, racionalidad normativa (Tom Campbell, *Siete teorías de la sociedad* [Madrid: Cátedra, 1992]). Si bien estos son criterios para juzgar la cientificidad de teorías científicas, cabe destacar su potencial aplicación al campo de los modelos, y en función de ello es que se han explicitado sólo esos criterios y no otros.

b. Localización: los modelos focalizan en un determinado aspecto de la realidad, se ocupan de determinados fenómenos o eventos, rasgos, elementos específicos, definiendo así su campo de análisis-aplicación.

c. Aplicabilidad: el modelo debe ser eficaz tanto para explicar y predecir como para comprender lo que se aborda.⁷

d. Relación sintagmática correcta: todo modelo debe poseer una estructura sintáctica correcta y semántica verdadera.

e. Claridad conceptual: debe evitarse mediante conceptualizaciones precisas, la ambigüedad y vaguedad de los términos e ideas rectoras.

f. Complejidad: un modelo poseerá mayor rigor científico cuanto con mayor profundidad aborde las cuestiones de que se ocupe, incluyendo más elementos y dimensiones de análisis.

g. Coherencia interna y externa: el modelo no puede presentar “contradicciones” *ad-intra* puesto que se resquebrajaría y se volvería “injustificado” de sí mismo. A este respecto aclaramos que no se hace referencia aquí a la regla lógica del tercio excluso, sino que se contempla la posibilidad de integrar componentes contrarios pero complementarios, semejante al principio dialógico de Morin.⁸ Externamente el modelo debe ser articulable con la realidad y poseer alguna conexión con algún saber de mayor o menor nivel (por ejemplo desarrollarse dentro de otra teoría mas amplia, o guardar alguna relación conceptual con otra teoría o modelo diferente).

h. Normatividad: el modelo debe explicitar las posibilidades de acción, qué es lo que se puede y no hacer, qué métodos y técnicas le competen a su campo, o qué finalidades perseguir.

i. Temporalidad: el carácter de un modelo debe ser provisional, sujeto a posibilidades de error y derrumbe frente a otras rivales más “exactas” o más eficaces.

j. Flexibilidad/estabilidad: los modelos deben ser lo suficientemente flexibles como para afrontar lo inesperado, lo aleatorio y lo imprevisto, para incorporarlo a sus estructuras a fin de extender su alcance y propio conocimiento.

Sobre la base de lo expresado con anterioridad, puede afirmarse que

⁷ Las notas enunciadas hasta aquí, a, b y c, son comunes a los tipos de modelos conceptual y mental.

⁸ Edgar Morin, *Introducción al pensamiento complejo* (Barcelona: Editorial Gedisa, 2004).

Los modelos conceptuales son, en definitiva, aquellos inventados por profesores, diseñadores, científicos e ingenieros para proveer una apropiada representación del sistema de destino, con un alto grado de precisión, consistencia y completitud.⁹

Tal vez, son estas tres cualidades las que, en esencia, diferenciarían la tipología de modelos aquí abordada, puesto que, a diferencias de los conceptuales, los mentales pueden funcionar a expensas de la precisión, la consistencia y aún de la completitud.

Códigos representacionales y modelización mental

El conocimiento acerca de las teorías científicas, y en particular aquí que es producto del aprendizaje escolar, no pretende ser una copia fiel de las expresiones lingüísticas de los principios, leyes y formulaciones matemáticas que las componen, sino que dichas estructuras conceptuales se recrean sobre la base de sistemas de representación interna de conceptos relacionados, y no como una simple lista de hechos y fórmulas.

De acuerdo con Pozo,¹⁰ los modelos mentales surgen como una alternativa representacional frente a la rigidez e inflexibilidad de los esquemas cognitivos concebidos como unidades (paquetes) cerradas de información. A diferencia de los esquemas, los modelos mentales son representaciones que se construyen en respuesta a demandas situacionales en contextos concretos.

Los supuestos teóricos sobre los modelos mentales imprimen un cambio radical en el modo de concebir la comprensión humana y los procesos de construcción del conocimiento. En conjunción con estos supuestos, la introducción de la subjetividad como elemento decisivo en el quehacer científico viene a desplazar las teorías según las cuales la comprensión consiste en la reconstrucción lógica (formal) de los enunciados, y en la utilización de postulados relativos al sentido y a la aplicación de reglas de inferencia de los contenidos de los enunciados.¹¹

⁹ Donald A. Norman, *La psicología de los objetos cotidianos* (San Sebastián: Editorial Nerea, 2006, 3ª ed.), 7.

¹⁰ Juan Ignacio Pozo, *Humana mente: el mundo, la conciencia y la carne* (Madrid: Morata, 2001), 58.

¹¹ Según este posicionamiento epistemológico, la realidad no es más que un cúmulo de hechos, eventos y fenómenos accesibles mediante experiencias formulables sobre la base de la teoría de la significación cognoscitiva: toda afirmación debe formularse o bien en términos del lenguaje observacional o bien en términos que pudieran ser parafraseados en el lenguaje fenoménico.

Dentro de esta línea de abordaje de los modelos mentales, Johnson-Laird,¹² su principal exponente, propone un triple código representacional para describir los procesos con los que operaría la mente humana.

Imágenes, representaciones proposicionales y modelos mentales son los componentes de este triple código, cada uno concebido como diferentes tipos de representación lógicamente distinguibles según el nivel de análisis, y los que operan como dispositivos mentales que posibilitan distintas opciones para la codificación de información.

Según esta tesisura es posible distinguir entre representaciones mentales proposicionales y analógicas, aunque al respecto no haya común acuerdo sobre el prevalecimiento y la identidad de ambas para explicar la forma en que las personas razonan, realizan inferencias y comprenden el mundo.

Las imágenes (o representaciones analógicas), están directamente vinculadas a la “re-producción” mental de una “imagen sensitivo-perceptiva”, del tipo visual, acústica, olfativa o táctil. Las imágenes visuales constituyen las representaciones analógicas típicas, aunque deben considerarse otras como las olfativas, auditivas o táctiles, que refieren a la conformación de imágenes según los sentidos que captan el fenómeno objeto de re-presentación. Esto es, las imágenes pueden re-generarse en la mente ante la ausencia de un objeto físico de cualquier tipo. Por ejemplo, el lector podría representar mediante una imagen auditiva el sonido de un timbre, lo que implica la presentación de dicha imagen en su mente, aún cuando ningún timbre esté emitiendo sonido alguno.

En todos los casos, las imágenes son representaciones mentales concretas, formas de ver las cosas, a las que se recurre para recuperar y captar los atributos esenciales de las mismas, o cuanto menos, los detalles que han resultado significativos para quien las reconstruye.

Por otro lado, en acuerdo con Pylyshyn,¹³ las imágenes son epifenómenos, y sólo existe una forma de representación mental: las cadenas de símbolos que corresponden a las proposiciones. También aquí los argumentos se sostienen sobre la base de cuatro premisas:

¹² Philip N. Johnson-Laird, *Mental model* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983).

¹³ Zenon Pylyshyn, *Seeing and visualizing: it's not what you think* (Cambridge, Mass: MIT Press, 2001).

a. Los procesos mentales que originan la cadena de símbolos que corresponde a una imagen son similares a aquellos en los que se basa la percepción de un objeto.

b. Un mismo elemento o parte de un objeto puede ser referenciado por muchas de las diferentes proposiciones que constituyen la descripción del objeto. Tal descripción puede ser representada como un conjunto de expresiones ligadas en un cálculo lógico, o puede ser representada en una red semántica.

c. Las representaciones proposicionales son discretas (individuales) y abstractas, pero no obstante permiten representar procesos continuos mediante pequeños y sucesivos incrementos de los valores de variables, tales como el ángulo de un objeto.

d. Las proposiciones pueden resultar verdaderas o falsas con respecto al objeto, pero éstas no se corresponden directamente con una palabra o imagen sino que admiten más de una representación posible, siendo su estructura no análoga a la del objeto que se representa.

En este sentido, las representaciones proposicionales deben entenderse al modo como Wittgenstein las concibe: como proposiciones que describen las reglas de los juegos de lenguaje, también llamadas “proposiciones gramaticales”. Tales proposiciones no pueden ser verdaderas ni falsas porque expresan reglas que son el fundamento de toda verdad y falsedad. Y en tanto que el hombre no aprehende directamente el mundo, sino mediante representaciones internas, una representación proposicional podrá ser verdadera o falsa según el modelo que permita su interpretación.

En virtud del triple código que propone Johnson-Laird, los modelos mentales constituyen una tercera alternativa de constructo mental, los cuales pueden adoptar, según sea el caso, la forma básica de proposiciones o imágenes, o estar constituidos parcialmente por ambos tipos.

Para este autor,

Un modelo mental posibilita representar un estado de cosas del mundo exterior. (...) Consiste en una manera natural por la cual la mente humana construye la realidad, concibe sus alternativas y contrasta hipótesis cuando entra en un proceso de simulación mental. (...) El término de modelos mentales se utiliza para referir a conjuntos de conocimientos o a un saber que es homomorfo (o incluso isomorfo) con cierto sistema del mundo externo,

dichos conocimientos pudiendo ser representados por un conjunto de proposiciones, un conjunto de imágenes o, incluso, un conjunto de neuronas.¹⁴

Caracterización de los modelos mentales

A modo de simplificar el análisis, a continuación se explicitan las principales tesis sobre los modelos mentales:

a. Un modelo mental representa, siempre, un estado de cosas, en virtud del cual la estructura emergente refleja aspectos relevantes que se corresponden con el mundo real o imaginario; esto es, su estructura es analógica. Su impronta dimensional, permite la manipulación libre y controlada, del modelo, sobre la base de sus propias dimensiones. Por ejemplo, el modelo mental de un reloj suizo puede representarse en dos dimensiones (en el plano) o en tres (con volumen), y al mismo tiempo atribuírsele el funcionamiento característico. Esto último implica que, mediante la reconstrucción mental del reloj, modelización, es posible visualizar el movimiento de los engranajes y agujas que hacen a su marcha.

b. La estructura de los modelos mentales no es arbitraria, como sí lo es la estructura de las representaciones proposicionales. Claro está que dicha arbitrariedad, para el caso de las proposiciones, se funda en el tipo de relación semiótica entre el signo y el designado, y sobre la base de la materia prima empleada en su construcción: los símbolos/palabras. Al respecto, las representaciones de este tipo sólo pueden ser exploradas en las direcciones permitidas por la sintaxis y las codificaciones propias de las proposiciones.

c. Los modelos mentales se componen de elementos y relaciones (las que representan de manera análogo-estructural los estados de cosas).

Cada elemento (...), y cada relación estructural, debe tener un papel simbólico. No debe haber en el modelo ningún aspecto sin función o significado. Esta propiedad de ser análogo-estructural permite que frente a una determinada situación, los elementos que son elegidos para interpretarla, así como las relaciones percibidas o concebidas entre ellos, determinen una representación interna que actúa como sustituto de esa situación. Al manipular internamente esos sustitutos, ciertas propiedades del sistema, así como las relaciones no explícitas entre sus componentes pueden ser “leídas” (inferidas) directamente.¹⁵

¹⁴ Johnson-Laird, *Mental model*, 5. Traducción del autor de este trabajo.

¹⁵ Ileana María Greca, Marco Antonio Moreira y María Luz Rodríguez Palmero, “Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias”, *Revista*

d. Los modelos mentales, al igual que las imágenes, son altamente específicos. No es posible concebir la imagen de un determinado objeto en general, sino de algún objeto específico, particular y concreto. Por ejemplo, la imagen de un libro, lo es respecto de algún libro, similar en su estructura. Aunque, como en efecto existe un modelo subyacente de “libro”, éste ya incluye todas las relaciones necesarias para decidir si alguna figura o afirmación es verdadera o falsa. O, por ejemplo, la afirmación “las revoluciones posibilitan nuevas perspectivas”, puede considerarse una proposición, verdadera o falsa, o bien puede representarse como un modelo mental mediante el cual se atribuya significado a dicho fenómeno, inspirado, dicho modelo, en la recreación mental del contexto y escenas (y hechos posteriores) de revoluciones concretas como la revolución burguesa, rusa, francesa, industrial, etc.

e. Los modelos mentales constituyen una herramienta fundamental de razonamiento que las personas emplean sobre objetos y situaciones de la vida cotidiana. A diferencia de la lógica formal, el razonamiento mediante modelos mentales no es sólo sintaxis, sino que las propiedades lógicas emergen del significado de sus elementos. El objeto de quien razona es llegar a conclusiones verdaderas, antes que a conclusiones simplemente válidas. El razonamiento se apoya en el significado que se atribuye a las premisas y es esto lo que dota de comprensión. Las condiciones de verdad de las conclusiones a las que los sujetos llegan en sus procesos inferenciales guardan una estrecha relación con el conocimiento disponible, es decir, son verdaderas o falsas en correlato con dicho conocimiento.

f. La génesis de los modelos mentales comienza en la percepción, pero pueden ser contruidos a partir del discurso. De hecho, la relación entre los modelos mentales y el discurso o la percepción es recíproca: los modelos mentales son contruidos a partir del discurso o la percepción, y a su vez, la interpretación del discurso, depende de los modelos mentales que se sea capaz de construir.

En el decir de Barquero,¹⁶ los modelos mentales se caracterizan por ser:

1. Referenciales: son representaciones simbólicas de los referentes del discurso.

brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências 2, n° 3 (2002): 43.

¹⁶ Beatriz Barquero, “La representación de estados mentales en la comprensión de textos desde el enfoque teórico de los modelos mentales” (Tesis Doctoral en Educación, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, 1995).

2. Concretos: representan fenómenos o estados de hechos específicos, finitos y particulares.
3. Simplificados e incompletos: suponen una reducción de la información a los aspectos más relevantes de la situación referida.
4. Dinámicos y flexibles: se transforman de manera progresiva con la aparición de información relevante.
5. Análogos (esta característica ya ha sido explicitada anteriormente).
6. Limitados: se atienen en su construcción y manipulación a límites de la memoria de trabajo.

Gentner y Stevens: sobre el razonamiento cotidiano

Para Gentner y Stevens¹⁷ los modelos mentales están compuestos por objetos autónomos de una cierta topología y pueden descomponerse. Aquí la noción de objeto autónomo es central, ya que intenta captar la característica sobresaliente del razonamiento cotidiano sobre objetos, al tiempo que pretende esclarecer el modo en que se aprehenden las intuiciones diarias sobre objetos reales. En estas intuiciones subyace la idea de que los objetos contienen ya los mecanismos para responder internamente al mundo.

Desde esta perspectiva, un modelo mental consiste en una colección de conexiones de objetos autónomos. Estos últimos se definen como objetos mentales que posibilitan una explícita representación de: (a) el estado de cosas o de fenómenos, que representa; y, (b) conexiones topológicas a otros objetos y con un conjunto de parámetros internos (reglas). Estos objetos poseen fronteras precisas, y su comportamiento, definido como cambios en los valores de parámetro, es gobernado por reglas internas (operaciones) que reaccionan ante provocaciones externas obligadas, y las cuales no son directamente accesibles. Ante esta inaccesibilidad, los objetos autónomos se tornan opacos, no introspectivos, motivo por el cual no podría obtenerse una respuesta en relación al cómo del proceso, aunque sí observarse el comportamiento.

Sin embargo, a pesar de su normal opacidad, los objetos autónomos pueden descomponerse. Esta descomposición resulta en un nuevo modelo mental, compuesto de objetos autónomos de una topología dada, la cual

¹⁷ Drede Gentner y Albert L. Stevens, *Mental Models* (New Jersey: Lawrence Erlbaum, 1983).

puede ser usada para producir explicaciones del comportamiento de objetos de un nivel más elevado. Este nuevo modelo podría interpretarse como un subconjunto del modelo original. Tal como lo explica Moreira:¹⁸ el modelo subyacente podría usarse para inferir el comportamiento (cambios en los valores de los parámetros) de un objeto autónomo en condiciones no especificadas (tal vez, olvidadas) en el funcionamiento del modelo inicial de “nivel más alto”. En esta línea de razonamiento, el nuevo modelo podría, en principio, descomponerse generando otro modelo subyacente de “nivel más bajo”.

Sobre la base de estos elementos constituyentes, poner en funcionamiento (rodar) un modelo mental implica que la modificación de los valores de parámetro (del modelo que se re-construye) se propaga utilizando reglas internas y topologías específicas, mediante los objetos conectados.

Se propone el siguiente ejemplo sobre un sistema simple, a manera de clarificar las ideas, extraído de Gentner:

Una región de fluidos (por ejemplo, una sustancia líquida en un recipiente), puede considerarse un objeto autónomo del tipo que se viene describiendo, y tener como parámetro la temperatura. En una lectura cualitativa, este parámetro podría adoptar uno de cuatro posibles valores: aumentado, disminuido, constante o indeterminado. A su vez, este objeto se encuentra conexasionado con un número finito de otros objetos con los que intercambia información sobre cambios en los valores del parámetro, a través de puertos. Un modelo mental de un intercambiador de calor (como por ejemplo el radiador de un automóvil) puede incluir un objeto –autónomo– que represente el mecanismo de transferencia de calor y otros varios objetos que representen regiones de fluido. Algunos de estos objetos pueden ser conectados al intercambiador de calor, y sólo éstos podrán pasar información sobre los cambios producidos en la región de fluidos. Según estos autores, es la propagación de información sobre el cambio en los valores de parámetro lo que da el sentido de rodar (“*running*”) al modelo, siempre presente en razonamiento sobre sistemas físicos.¹⁹

Es oportuno aclarar, que los modelos mentales así entendidos se circunscriben en principio, y originalmente, a sistemas físicos, concebidos estos últimos como un conjunto de elementos interdependientes que interactúan en virtud de ciertas relaciones y conexiones entre sus componentes.²⁰ En

¹⁸ Marco Antonio Moreira, “Modelos mentales”, *Investigações em Ensino de Ciências* 1, n° 3 (1999): 207.

¹⁹ Gentner y Stevens, *Mental Models*, 130. Traducción del autor de este trabajo.

²⁰ Mario Bunge, *Sistemas sociales y filosofía* (Buenos Aires: Sudamericana, 1995), 122.

tal sentido, las extrapolaciones o generalizaciones desde esta concepción a otro campo disciplinar cuya matriz diste de abordar los objetos, estricta y únicamente, en sus aspectos físicos, como es el caso de las ciencias sociales, no permitirá establecer con precisión los límites de los elementos constituyentes, condiciones iniciales y el complejo de variables, dando lugar a un pseudo-isomorfismo cuyo poder explicativo-compresivo (del modelo) será válido sólo a nivel metafórico para la concepción de explicaciones.²¹

Enseñanza y aprendizaje sobre la base de modelos

La psicología cognitiva siempre se ha presentado al auxilio de los intentos por comprender la forma en que el sujeto aprende. En efecto, las teorías psicológicas pueden ser tratadas como diferentes psicologías del aprendizaje, y el modo de aplicación de los aportes provenientes de este área en el ámbito escolar es cosa de la didáctica.²²

Desde la perspectiva de la modelización, como estrategia de construcción del conocimiento, cabe concebir que, en respuesta a la recurrente pregunta “¿cómo enseñar y cómo aprender?”, la enseñanza deba fundarse en el saber científico consolidado en las teorías que componen los diferentes campos disciplinares; en otras palabras, basarse en modelos conceptuales.²³

²¹ Si bien es el valor que comúnmente se atribuye a los modelos mentales (producir metáforas), cuando los datos manipulados son topológicamente opuestos –cualitativos vs. cuantitativos– las generalizaciones o traspolaciones traen como consecuencia la necesidad de realizar grandes esfuerzos por sostener el rigor científico; lo que en el campo de la didáctica se ha denominado transposición didáctica.

²² Cuando el enseñante se pregunta sobre cuáles han de ser los requisitos necesarios para la asimilación de un contenido por parte del aprendiz, está fundando su actitud pedagógica en una determinada concepción psicológica de la construcción del conocimiento escolar, más cuando intenta operativizar dicha actitud en una práctica pedagógica concreta recurre a elementos que pertenecen al campo de la didáctica.

²³ Según Donald A. Norman, *La psicología de los objetos cotidianos* (San Sebastián: Editorial Nerea, 2006, 3ª ed.), los modelos conceptuales son construcciones teóricas proyectadas como instrumentos para el entendimiento y/o para la enseñanza de los sistemas naturales; son diseñados y planificados por ingenieros, científicos, profesores, etc., para facilitar la comprensión y el aprendizaje de sistemas y fenómenos físicos. A diferencia de los modelos mentales son representaciones externas compartidas por una comunidad de usuarios. Se caracterizan por ser precisos, completos y consistentes. Algunos ejemplos de modelos conceptuales son: (a) *Modelos Lógico-Matemáticos*: el modelo lógico-deductivo razón-causa; el modelo cartesiano de representación de funciones variables; el modelo estadístico de la distribución normal; modelos escalares (cuantificación / mensurabilidad); modelos de la “formalidad pura”; modelos estocásticos. Se recomiendan, para una lectura amena, los estudios realizados por Saguillo y Lombrana. O, para una caracterización más exacta y rigurosa (formalizada) puede leerse a Bochenski o Russell. (b) *Modelos biológicos*: el modelo de la organización biológica; el modelo de la adaptación; el modelo de asimilación; el modelo evolutivo (mutación); el modelo ontogenético de desarrollo; el modelo organicista

Mientras que el aprendizaje debe consistir en la construcción de modelos mentales que faciliten la comprensión de aquellos, siempre guardando grados aceptables de semejanza e isomorfismo entre ambos tipos de modelos. La idea básica es que el modelo conceptual es un instrumento de enseñanza, y el instrumento de aprendizaje es el modelo mental.²⁴

Un alumno que elabora internamente un modelo mental de la “lucha de clases” según la teoría marxista, debe poseer elementos que le permitan la representación de “clases”, la de “medios de producción social”, o “lucha”, etc., a modo de generar una analogía que le permita la sustitución del modelo conceptual por uno mental. Deben establecerse además relaciones causales, aunque no necesariamente del tipo causa-efecto (aunque estas últimas sí

(funciones); el modelo del ambiente ecológico; el modelo reproductivo biológico (Passeron); el modelo de estimulación. Se recomiendan los estudios de Smallwood y Green, Robertis y Robertis y los realizados por el biólogo Bertalanfy. Todos los textos citados demandan al lector un sólido conocimiento previo de la biología. (c) *Modelos tecnológicos*: el modelo de *engineering* (técnicas de modificación de conducta); modelo informáticos; el modelo de sistema (analítico); el modelo de decisión plausible (Moeller); los modelos cibernéticos. Para interiorizarse acerca de los modelos mencionados puede leerse a Landa. (d) *Modelos lingüísticos*: el modelo opositivo habla-lengua; el modelo de la generación transformacional; el modelo extrapolativo de la traducción; el modelo tripartito de la semiótica; los modelos protosimbólicos de la logotaxis y la predicación; el modelo semántico de la sinonimia y la equívocidad. Si bien demandan un cierto conocimiento previo del campo disciplinar, son muy valiosos los aportes realizados en este campo por Van Dijk, Chomsky y Amfora de Ford y Bruner. (e) *Modelos tomados de la economía*: el modelo input-output de la producción; el modelo inversión-rentabilidad; modelos de planificación; el modelo sistémico empresarial; el modelo de los recursos imitativos; el modelo dialéctico del mercado (oferta-demanda); el modelo condicionante de infraestructura; el modelo conceptual implícito en la noción económica de “bien”; el modelo de consumo; el modelo analítico de coste; el modelo económico de los subproductos; el modelo peyorativo de inflación; el modelo frustrante de sub-empleo (hiper-educación). Para una introducción a los modelos económicos se recomienda la lectura de Sorman. Una aproximación más exacta, pero por eso más rigurosa y técnica a estos modelos puede encontrarse en Spencer y Krgman. (f) *Modelos históricos*: el modelo de la sucesión temporal causada (macroeducación); el modelo biográfico; el modelo de “historia interna”; el modelo de la “oportunidad histórica”; el modelo hermenéutico comprensivo; el modelo clínico. Véase, entre otros, los estudios de Estany y Toynebe. (g) *Modelos psicológicos*: la psique; alma-espíritu-vida (afectividad-entendimiento y fisiología); inconsciente-yo-superego; facultades (naturaleza operativa); aprendizaje; hábito; ajuste-equilibrio; dependencia; infantilismo; madurez. Se recomienda principalmente la obra de Brennan. Es de fácil lectura y su estructura secuencial-histórica permite comprender fácilmente los diferentes puntos de vista según los modelos. (h) *Modelos sociológicos*: el modelo de grupo (dinámico); el modelo de interacción; el modelo de “rol”; el modelo sociográfico-sociométrico; el modelo de equilibración social; el modelo de estratificación social (movilidad); el modelo de institucionalización social; el modelo de enculturación. Un texto accesible al lector inexperto pertenece a Britos. O bien puede recurrirse a Hellriegel y Slocum. (i) *Modelos políticos*: el modelo democrático; el modelo de “orden”; el modelo de “bien común”; el modelo juego (consenso); privado versus público. Se recomiendan los estudios realizados por Beyne y Velazco.

²⁴ Greca, Moreira y Rodríguez Palmero, “Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias”, 49.

son suficientes), para poder ejecutar el modelo y comprender a qué se debe la lucha de clases. Lo que se adjudica al modelo mental es una cualidad de funcionalidad, en contraste con la cientificidad propia de los modelos conceptuales. Esta funcionalidad, se vincula ciertamente a la posibilidad de extrapolar la ejecución del sistema a otro ámbito de la vida por analogía.

En este sentido, los modelos mentales se presentan como potencial explicativo de situaciones, hechos o problemas, no necesariamente coincidentes en la matriz disciplinar (de origen). Es esto último lo que otorga a los modelos mentales un valor heurístico (similar al de los modelos conceptuales-teóricos), para interpretar o comprender “algo” que se presenta novedoso (desconocido), aunque en cierto punto familiar, en virtud de la asociación analógica que el modelo permite en la significación del material desconocido.

Cuando alguien comprende un problema se basa en informaciones, percepciones y representaciones vinculadas al hecho en sí, al contexto o situación en la que tiene lugar y a lo que se denominaría presupuestos cognitivos personales con relación al problema, los cuales orientan la recuperación de representaciones de la memoria para construir un modelo mental de la situación.²⁵

Los modelos conceptuales se circunscriben al ámbito de la ciencia, es decir, son el resultado de las modelizaciones que los científicos construyen con éxito. En este sentido, es importante comprender que aún los profesores, quienes (por supuesto) poseen un dominio acabado de los modelos conceptuales, operan en el aula con modelos mentales, sin duda con niveles de semejanza mayores a los modelos de base, pero definitivamente no modelan como lo haría un físico o un sociólogo en el marco de una investigación científica que pueda arrojar un modelo del fenómeno en estudio. Así, la enseñanza tiene por objetivo la explicación didactizada del saber propio de la ciencia, y su finalidad consiste en que el estudiante pueda construir los modelos mentales necesarios para comprender esos modelos conceptuales.

Una experiencia realizada en Formación Ética y Ciudadana en el segundo año de la escuela secundaria pone en evidencia lo que se afirma en el párrafo anterior. Si bien es moneda corriente el abordaje de un tema como “Democracia” en este tipo de asignatura, la comprensión profunda de los diferentes modelos democráticos demanda a los estudiantes un esfuerzo

²⁵ Teun Adrianus Van Dijk, *Discurso, cognición y comunicación. Estructuras y funciones del discurso* (México: Siglo XXI, 1980), 155.

cognitivo en torno a un cuerpo de conceptos específicos: división de poderes, asamblea, cámaras (de senadores y diputados), parlamento, sufragio, sistema de partidos, constitución, libertades individuales, etc. Mientras el docente pone su empeño en traducir el tecnicismo que nutre el modelo, cuidando no desvirtuar los significados, pero conjugando las posibilidades cognitivas del grupo; en este punto es donde, partiendo del dominio conceptual, el enseñante pone en juego modelos mentales que median desde el modelo conceptual (punto de partida) hacia cada imagen o representación generada por los alumnos. El objetivo, según esta experiencia, consistió en que los estudiantes comprendan el escenario político-social inmediato bajo la óptica del modelo propuesto (el de la Democracia); pero para ello se hacía necesario significar de antemano cada uno de los elementos que componen ese modelo, es decir, no solo poseer un dominio conceptual sino también explicativo. Si bien los resultados, en cuanto al grado de comprensión del modelo, fueron muy diversos, lo llamativo es la lectura de los mismos en función de las estrategias de aprendizaje empleadas:

a. Algunos alumnos recurrieron a imágenes o ejemplificaciones gráficas a través de las cuales materializaron muchos de los conceptos, pero por separado.

b. Otros alumnos optaron por fijar mecánicamente ciertas definiciones, con lo cual obtuvieron proposiciones aisladas, con un bajo nivel de interrelación.

c. En cambio, un tercer grupo pudo establecer semejanzas y analogías con relación a otros sistemas sociales que funcionaran de un modo democrático, como la escuela, o el club o la familia, etc. Este tercer grupo pudo establecer un modelo mental más sofisticado que los anteriores, ya que en el establecimiento de las analogías (un intento valioso por lograr el isomorfismo) cobraron sentido los conceptos componentes de división de poderes, libertad individual, constitución, sufragio, etc., con lo que la generalización del modo de funcionamiento de estos microsistemas al macrosistema social-político se hizo mucho más fácil; ese proceso de generalización (en este caso en particular) es el efecto del aprendizaje logrado. Debe tenerse en cuenta, no obstante, la particularización de cada modelo mental, y su efectividad parcial a la hora de aplicarse a situaciones precisas.

Los modelos mentales poseen, según Norman,²⁶ ciertos atributos peyorativos: son incompletos; inestables, puesto que las personas olvidan detalles

²⁶ Norman, *La psicología de los objetos cotidianos*.

del sistema modelado, en particular cuando esos detalles, o todo el sistema, no es utilizado por un cierto período de tiempo; no poseen fronteras bien definidas, entre otras. En suma, los modelos mentales son “no-científicos”, reflejan las “supersticiones” y creencias de las personas y por ello pueden ser deficientes en varios aspectos, tal vez porque incluyen elementos innecesarios, erróneos o contradictorios.

Dada esta caracterización, es habitual que los modelos mentales y las representaciones que se construyen para lograr la comprensión no necesariamente sean adecuados desde el punto de vista científico; más bien resultan incompletos, dependiendo de cuáles elementos, relaciones y propiedades sean considerados relevantes por el constructor y cuáles funcionales a la manera en que se concibe o percibe una situación. Esto revela parcialmente porqué es tan difícil lograr que los estudiantes elaboren representaciones mentales adecuadas para comprender los conceptos científicos.

Cuando los alumnos comprenden un modelo conceptual, toman de él aquello que les resulta significativo,²⁷ porque puede que lo relacionen con esquemas previos, o bien porque constituye una mejor forma de interpretación que transgrede las anteriores.

Si la fuente primaria de los modelos mentales es la percepción, y además pueden surgir, y de hecho así lo hacen, a partir del discurso y de su interpretación (representaciones proposicionales), la construcción de éstos encuentra una restricción en la capacidad individual de percibir y concebir el mundo, por lo cual puede obstruirse la reconstrucción mental de determinados modelos conceptuales por carencia de elementos previos (no percibidos o no significados).

Un riesgo mayor se presenta en torno a la naturaleza desechable de estos modelos. Muchos son realmente desechados una vez insuficiente su funcionalidad cognitiva, pero independientemente de las modelizaciones mentales concretas, subyace una tendencia totalizante a instrumentalizar la razón. La idea de promover la construcción de modelos mentales, puede transformarse fácilmente en un abuso de la actitud metacognitiva, en la que el sujeto sólo busque operacionalizar su raciocinio bajo la forma de modelos mentales, en

²⁷ En el plano de la conciencia, sobre la cognición, la significatividad de los aprendizajes no está dada en término de interrelación de nuevos conocimientos (conceptos) en esquemas de pensamiento más amplios, sino en virtud de la utilidad que el aprendiz puede asignar a los contenidos de enseñanza. La utilidad no es, en la mayoría de los casos, un efecto del aprendizaje de conceptos funcionales, sino una demanda constante del alumno, frente a la que el educador debe fundamentar el porqué de un contenido seleccionado para la currícula escolar.

detrimento a la necesidad de conceptualizar. En este sentido, por ejemplo, sólo sería posible una “evaluación” de operaciones y procedimientos, imposible en el caso de la comprensión de conceptos, dado el alto grado de subjetividad en la construcción de ideas mentales, las cuales tienen como objetivo la resolución de problemas.

La cuestión de la cognición como actividad centrada en el aprendizaje de contenidos conceptuales queda aquí en un segundo plano, puesto que lo que se reivindica y privilegia, en un paradigma que deifica la actividad del sujeto aprendiz, son las operaciones (capacidades y habilidades) que ponen de manifiesto la ejecución del modelo. La metacognición se transforma así en una dimensión transversal en lo que hace a la planificación de la enseñanza y al aprendizaje; o al menos así debería ser según la naturaleza de los modelos mentales. Pues, se vuelve necesario que el discente acceda en el plano de la consciencia a dichas informaciones, presupuestos y operaciones empleadas en la construcción del conocimiento. De no hacerlo, se corre el riesgo de conjugar tipologías de enseñanza y aprendizaje yuxtapuestas e incompatibles, donde “presupuestos”, “relaciones significativas” y “estrategias cognitivas” sólo formen parte de una hipótesis de trabajo docente, mientras el alumno recurre únicamente a mecanismos memorísticos o repetitivos, necesarios para responder a la lógica de una evaluación que intenta medir conceptos.

El planteo del problema de la instrumentalización de la razón tiene sentido en el marco de una cultura escolar-académica que aún defiende el saber heredado de la ciencia. Lo que muchas veces se desconoce es que la modelización mental, particularmente en relación a su carácter recursivo y funcional, trae consigo el empobrecimiento conceptual, dado que el rigor de la ciencia trasciende la funcionalidad de los modelos, siendo necesario el acceso a un entendimiento de la estructura lógico-formal y sintáctico-semántica de los modelos conceptuales que derivan del saber científico.

Es común escuchar al alumno decir “ésta es mi opinión”, “desde donde yo lo veo”, etc. prólogos de argumentos que ponen en evidencia la utilización de modelos previos que le permiten la interpretación o comprensión de situaciones, que no en todos los casos son correctas. Es decir, esas opiniones o visiones no son más que explicaciones posibles suministradas por un modelo mental, el cual no necesita corresponder con la naturaleza de la situación problema. Por ello, los modelos mentales son posibles de extrapolar fácilmente, por que son incompletos, poco detallados (sin profundidad cognoscitiva), poseen “conceptualizaciones” vagas u opacas, y remiten

a operaciones fundamentadas en la creencia y no en la cientificidad, por lo que puede incurrirse en el error, o en la contradicción, y aun así seguir siendo funcionales.

Asimismo, entre los distintos tipos de modelos mentales antes descritos, suelen primar las imágenes. En relación a los procesos de comprensión que pretenden generarse a partir de la enseñanza, las imágenes vienen a constituir ejemplos. Por ello muchos alumnos necesitan de la ejemplificación o recurren a ella para intentar dar cuentas de que se ha comprendido un concepto. El problema es que las imágenes empobrecen el poder explicativo (discursivo) en términos de interrelación de conceptos: la explicación se agota en el ejemplo, cuando en efecto debería jugar un papel complementario, contextualizador en el mejor de los casos. Los ejemplos permiten recrear situaciones, escenarios, algo “que puede verse” en la mente de quien los representa, pero no contribuyen al enriquecimiento del vocabulario, ni facilitan la asimilación de conceptos, ni mucho menos relación; pues las imágenes se describen sobre la base de términos de los que ya se dispone: he aquí la utilidad y aparente eficacia del empleo de ejemplos en el aprendizaje.

En otras palabras, entre las consecuencias del énfasis puesto en la utilización de imágenes (ejemplificación) se destaca la imposibilidad de modelizar sobre la base de proposiciones, incluso de recurrir a la descripción (en tanto enunciación) de imágenes, lo que se traduce en un impedimento a la hora de establecer relaciones conceptuales. Y, en la medida en que los estudiantes no construyen representaciones proposicionales, el vocabulario disponible se torna escaso y recursivo para abordar objetos de aprendizaje cada vez más complejos. Así, la recurrencia a la ejemplificación se torna un vicio cognitivo (mecanismo recursivo) que busca la comprensión de diferentes situaciones, conceptos o problemas analógicamente, mientras contribuye substancialmente a evitar los procesos inherentes a la conceptualización como forma de construir modelos.

Ahora bien, frente esta crítica a las tendencias pedagógicas que priorizan este uso de los modelos mentales, existen otras alternativas verdaderamente valiosas.

En primer término debe considerarse como premisa la cuestión de la gradación de complejidad. Esto implica que, partiendo de modelos mentales, el alumno pueda acceder a un dominio (en términos de comprensión e interpretación) de los modelos conceptuales, o, en su defecto, a la elaboración de sistemas mentales consistentes y articulados con modelos conceptuales.

Cuanto mayor la articulación o la comprensión de los conceptos (punto de partida de la enseñanza), mayor el isomorfismo posible de establecer desde las ideas mentales (punto de partida del aprendizaje).

Esto lleva a una segunda consideración. En relación a los procesos metacognitivos, sobre los cuales el aprendiz puede hacer explícito sus modelos mentales y a los que el docente debe poder acceder, conviene aplicar rigurosamente el principio de vigilancia epistemológica²⁸ para cuidar que los procesos y operaciones sean homomorfas en función de lograr una aproximación a los modelos conceptuales. Dejando en un segundo plano los isomorfismos plausibles en base a conceptos o proposiciones, la articulación entre modelos mentales y conceptuales se propone como posibilidad siempre que los procedimientos al servicio de la manipulación de datos sean semejantes.

En tercer lugar, en la resolución de problemas, estrategia cognitiva modular desde la perspectiva del aprendizaje, opera no sólo un conjunto de conceptos (conocimiento conceptual, también llamado declarativo), sino también conocimientos de tipo situacional, procedimental y estratégico. No obstante, los modelos mentales se presentan como herramientas útiles, cuyo valor operativo/funcional es complementario de un saber conceptual.

Conclusión

Los modelos mentales vienen a constituir una tecnología cognitiva para la construcción de aprendizajes significativos. Esto es así debido a que este tipo de modelos se construye sobre la base de procesos similares a los del auténtico aprendizaje según Ausubel:²⁹ no-arbitrariedad y sustantividad. Es decir, el efecto del empleo de modelos mentales permite que el estudiante asigne al material potencialmente significativo un lugar en la estructura cognitiva previa, un significado en virtud de alguna relación que establece con aspectos importantes de lo que ya conoce, lo que se denomina subsumidores, cobrando así sentido, y que se hace consistente en una idea clara que no necesariamente quede fijada literalmente en la memoria, sino sustancialmente (lo que se incorpora a la estructura cognitiva no es una cadena lineal-literal de conceptos, sino una idea sustantiva que se articula con los esquemas preexistentes). Sin dudas, una buena enseñanza deberá promover

²⁸ Término acuñado por Gastón Bachelard para significar una actitud de rectificación del saber científico y reflexión sobre el método. Se recomienda ver Pierre Bourdieu, *El oficio de sociólogo* (Madrid: Siglo XXI Editores, 1994).

²⁹ Ausubel, Novak y Hanesian, *Psicología educativa*.

que los estudiantes logren este tipo de aprendizaje. De aquí que las mayores dificultades por parte del enseñante provengan justamente de sus propios modelos de enseñanza. Si bien es cierto que el objetivo de la tarea docente no puede consistir en la construcción de modelos mentales únicamente, porque es legítimo sostener las finalidades educativas materializadas en los contenidos socialmente relevantes, es necesario reconocer la utilidad que tiene la modelización al momento de significar información. No obstante, ello dependerá en gran medida de dos factores: un cambio de mentalidad (y no basta con la asimilación de un discurso a favor del constructivismo) con relación al modo en que los estudiantes construyen el conocimiento y la capacidad del enseñante para leer el aprendizaje, no sólo en términos de resultados, sino también en función de los procesos subyacentes, para comprender las estrategias y modos de operar que se extienden como puentes entre un saber devenido en contenido escolar y la disponibilidad cognoscitiva del discente, incluyendo en este último extremo no sólo capacidades y habilidades cognitivas, sino también sentimientos, intenciones, expectativas, preferencias, etc.

Ciertamente, puede advertirse que este último párrafo deja implícito que por razones de extensión del presente artículo no podrán abordarse, aunque sí es oportuno traducir esas cuestiones tácitas en algunos interrogantes que puedan inspirar nuevas lecturas, investigaciones o una simple reflexión para pensar la enseñanza y el aprendizaje: ¿cuáles son los modelos mentales del profesorado acerca de la forma en que los estudiantes aprenden?; ¿cómo influyen esas concepciones del profesorado en el modo en que los estudiantes construyen sus aprendizajes?; ¿cómo potenciar el aprendizaje mediante modelos mentales teniendo como criterio de validación determinados modelos conceptuales?; ¿es posible, en contextos escolares, la enseñanza de las reglas que gobiernan los procesos de modelización?

En función de lo expuesto hasta aquí, se puede concluir que: asistiendo a un modelo pedagógico que, aunque pragmático en esencia, válida y legítima el conocimiento obtenido gracias a la ciencia, tal vez la más maravillosa forma de conocimiento, los modelos mentales deberían concebirse como un medio, un instrumento o herramienta al servicio de la construcción de modelos conceptuales, teóricos o científicos, y del aprendizaje significativo. Sin embargo, el mayor de los riesgos se presenta entonces en relación a la exaltación de la subjetividad (materializada en el concepto de representación) como criterio de demarcación del saber en la escena educativa. El desafío se presenta así en ofrecer ámbitos de aprendizaje en los que los modelos

mentales subyacentes puedan evolucionar según grados de complejidad que permitan el acceso a la comprensión de los conocimientos disciplinares o interdisciplinares que la falible pero necesaria ciencia ofrece.

Gonzalo Miguel Mondino
Docente e investigador de la Universidad Católica de Santa Fe (UCSF)
y Vicerrector de la EESOPi N° 3028 Padre L. M. Monti (Santa Fe).
E-mail: gonzalomondino@gmail.com

Recibido: 06/07/2013
Aceptado: 31/01/2014