

*Subsidios Teóricos para el Profesor Investigador en Enseñanza
de las Ciencias*

Comportamentalismo, Constructivismo y Humanismo



Marco Antonio Moreira

Traducción: Concesa Caballero

*Porto Alegre, Brasil
2009, 2016*

Ficha de presentación

Tipo de publicación: colectánea de pequeñas monografías sobre teorías de aprendizaje como subsidio para el profesor investigador, particularmente en el área de ciencias.

Autor: Marco Antonio Moreira

Fecha y local: 2009 (1ª edición), 2016 (2ª edición revisada), Porto Alegre, Brasil

Otras publicaciones de la misma serie

- **Subsidios Teóricos:** *La Teoría del Aprendizaje Significativo.*
- **Subsidios Epistemológicos:** *Epistemologías del Siglo XX.*
- **Subsidios Metodológicos:** *Investigación en Enseñanza, Aspectos Metodológicos.*
- **Subsidios Metodológicos:** *Investigación en Enseñanza, Métodos Cualitativos y Cuantitativos*
- **Subsidios Didácticos:** *Mapas Conceptuales, Diagramas V, Organizadores Avanzados y Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas.*

Sumario

Introducción: la investigación en enseñanza.....	4
El comportamentalismo.....	7
El constructivismo de Piaget.....	13
El constructivismo de Vygotsky.....	19
La teoría de enseñanza de Bruner.....	25
El constructivismo de Ausubel.....	31
El constructivismo de Vergnaud.....	37
El constructivismo de Johnson-Laird.....	44
El cambio conceptual.....	43
El humanismo.....	49
Conclusión: la investigación en enseñanza de las ciencias.....	55

Introducción: La investigación en enseñanza

Investigar es producir conocimiento a través de la búsqueda de respuestas a preguntas-clave sobre determinado fenómeno de interés, dentro de un marco teórico, metodológico y epistemológico consistente y coherente.

Quiere decir, quien investiga, tiene una o más preguntas sobre cierto fenómeno de interés. Para responder a tales preguntas, estudia objetos o eventos que hace acontecer o que acontecen naturalmente. Pero para estudiarlos es preciso hacer registros (observaciones de campo, medidas, grabaciones, entrevistas, *clicks* en detectores, resultados de pruebas, cuestionarios, etc.). No se hace investigación sin registros, sean cuales fueren, de los objetos y/o eventos de estudio. Prosiguiendo, es preciso analizar, crear categorías, indexar numéricamente, interpretar, en fin, transformar cualitativamente y/o cuantitativamente esos registros hasta llegar a posibles, y provisionales, respuestas a las preguntas-clave. Eso significa que, obviamente, la investigación tiene siempre un *marco, o dominio, metodológico, o sea, un hacer*.

Por otro lado, las preguntas no se hacen al azar, no surgen de la nada. Ellas vienen de *un pensar* que normalmente envuelve teorías, principios, modelos, tomados como referencial teórico o que, en un abordaje cualitativo, se construyen a lo largo de la investigación, a medida que la realidad va siendo construida. La verdadera investigación, aquella que produce conocimientos, tiene siempre *un marco, o dominio, teórico, es decir, un pensar*.

La investigación, la producción de conocimientos envuelve, entonces, la permanente interacción entre pensar y hacer, o entre un dominio teórico y un dominio metodológico.

No es tan clara la necesidad de un marco epistemológico. Hace poco se habló de una realidad construida. El lector más atento puede estar extrañado y preguntarse qué significa eso. La realidad, en definitiva, ¿no es la realidad que está ahí para ser estudiada, entendida, explicada? No necesariamente, depende de qué concepción se tenga de la realidad. En el ámbito de la investigación educacional, hay muchos que defienden la posición epistemológica de que la realidad educativa es siempre socialmente construida. En lo que se refiere a las ciencias exactas y de la naturaleza, hay posiciones filosóficas empiristas-inductivistas, racionalistas, idealistas, anarquistas, evolucionistas, en fin, toda una gama de concepciones sobre la producción del conocimiento científico, o sea, concepciones epistemológicas, explícitas o implícitas. Eso significa que la investigación tiene también un *marco, o dominio, epistemológico*.

En resumen, la investigación, en el sentido de producción de conocimientos, implica la utilización de referenciales teóricos, metodológicos y epistemológicos.

Los profesores pueden, y deben, sin duda, ser investigadores, pero para eso deben apropiarse de teorías (en este caso, de aprendizaje), de metodologías de investigación educativa y de referentes epistemológicos. El término profesor-investigador es muy frecuente en la literatura educacional, pero el significado parece ser el de profesor-reflexivo. Es evidente que todo profesor debe reflexionar sobre su práctica, cambiarla, mejorarla, pero para que eso pueda generar conocimiento es preciso hacerlo desde perspectivas de conocimiento teóricas, metodológicas y epistemológicas.

Este texto pretende subsidiar a los profesores, en particular del área de ciencias, en lo que respecta a bases teóricas para la investigación en enseñanza. Se abordan, muy sucintamente, el comportamentalismo (Watson, Guthrie, Thorndike y Skinner), el cognitivismo/constructivismo (Piaget, Vygotsky, Bruner, Ausubel, Vergnaud y Johnson-Laird) y el humanismo (Rogers, Novak, Gowin y Freire). Además de eso, también se enfoca el problema del cambio conceptual, por ser un tema de mucho interés para la investigación en enseñanza de las ciencias. Es claramente una primera aproximación a tales teorías; se podría decir, subsidios teóricos iniciales.

Para concluir esta introducción, se presenta en la Figura 1, un diagrama adaptado de otro conocido como Ve epistemológica de Gowin (1981; 2005) o simplemente diagrama V (Moreira, 2006), donde aparecen los elementos que estructuran el proceso de producción del conocimiento, o sea, la investigación.

Marco Antonio Moreira
Porto Alegre, 2009, 2016

Referencias

Gowin, D.B. (1981). *Educating*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press. 210p.

Gowin, D.B. and Alvarez, M. (2005). *The art of educating with V diagrams*. New York: Cambridge University Press. 231p.

Moreira, M.A. (2006). *Mapas conceituais & diagramas V*. Porto Alegre: Ed. do Autor. 103p.

**Dominio teórico y epistemológico
(el pensar)**

**Dominio metodológico
(el hacer)**



Figura 1 – Un diagrama V esquematizando el proceso de producción de conocimientos.
(Adaptado de Gowin, 1981, 2005)

El Comportamentalismo

El comportamentalismo es una postura filosófica que se ocupa de comportamientos observables y medibles del sujeto, o sea, de las respuestas que da a estímulos externos. Se contrapone al mentalismo, al estudio de lo que las personas piensan y sienten: se ocupa de lo que las personas hacen. Supone que el comportamiento incluye respuestas que pueden ser observadas y relacionadas con eventos que las preceden (estímulos) y las suceden (consecuencias). Busca establecer relaciones funcionales, o leyes, entre estímulos y consecuencias (buenas o malas).

Primeros abordajes

John B. Watson (1878-1958) es considerado el padre del comportamentalismo, o behaviorismo. Su comportamentalismo, bastante influenciado por el condicionamiento clásico de Ivan Pavlov (1849-1936), focalizaba mucho más los estímulos que las consecuencias. Buscaba explicar todo aprendizaje (asociación estímulo-respuesta) en términos de condicionamiento clásico, sin interesarse por el refuerzo o por el castigo (consecuencias), como causas del aprendizaje. En sus explicaciones, usaba dos principios: el de la *frecuencia* y el de lo *reciente*. El de la frecuencia, dice que cuanto más frecuentemente se asocia una determinada respuesta a un cierto estímulo, es mayor la probabilidad de que esa asociación ocurra otra vez. El de lo reciente dice que cuanto más recientemente una cierta respuesta se asocia a un estímulo dado, más probablemente será asociada otra vez.

Edwin Guthrie (1886-1959) es otro norte-americano que se destacó en los orígenes del comportamentalismo. Aunque influenciado por Watson y por el condicionamiento clásico, su abordaje no implicaba que la respuesta hubiera sido desencadenada durante un procedimiento de esa naturaleza. Para él, si una combinación de estímulos que había acompañado a una respuesta ocurriese otra vez, tendería a ser seguida por esa respuesta. O sea, si alguna cosa fuese hecha en una situación dada, probablemente sería hecha otra vez en la misma situación. Más aún, la intensidad total de una asociación estímulo-respuesta, que él llamaba "*hábito*", habría sido alcanzada en la ocasión del primer apareamiento y no sería reforzada por la práctica. Lo importante era la *contigüidad*. Se ocupó, entonces, de la quiebra de hábitos y propuso tres métodos para eso; 1) el de la *fatiga*: repetir el estímulo hasta que eventualmente una nueva respuesta sea dada y quede asociada a ese estímulo por ser el más reciente (quiere decir, él no aceptaba el principio de frecuencia de Watson, pero sí el de lo reciente); 2) el del *umbral*: introducir el estímulo con una intensidad tan débil que no provoque la respuesta indeseada, pero desencadene alguna otra que se quedará, entonces, asociada al estímulo; 3) el de la *incompatibilidad*: presentar el estímulo cuando la respuesta no puede ocurrir, de modo que otra respuesta posible quede asociada a él.

Edward L. Thorndike (1874-1949) es un tercer norte-americano de gran influencia en los orígenes del behaviorismo. Su gran contribución está en la llamada *Ley del Efecto* o, más específicamente, en el énfasis que pone en las consecuencias del comportamiento como determinantes de las conexiones E-R o, en la visión comportamentalista, de lo que es aprendido. Para él, las conexiones estímulo-respuesta eran de naturaleza fisiológica, fortalecidas por el uso y la naturaleza satisfactoria de las consecuencias y debilitadas cuando tales consecuencias fueran poco confortables. Su concepción de aprendizaje (conexiones E-R) estaba sujeta a tres leyes principales: 1) *Ley*

del Efecto: cuando una conexión es seguida de una consecuencia satisfactoria es fortalecida y, recíprocamente, debilitada cuando la consecuencia es irritante; según el caso, hay un aumento o una disminución en la frecuencia de la respuesta; 2) *Ley del Ejercicio*: el fortalecimiento de las conexiones se da con la práctica (ley del uso) y el debilitamiento u olvido con la falta de práctica (ley del desuso); 3) *Ley de la Prontitud*: cuando hay una preparación para la acción, la concretización de la acción es satisfactoria y la no concretización es irritante. Además de estas, Thorndike propuso otras diversas leyes subsidiarias o subordinadas.

Estas son las primeras teorías comportamentalistas; todas se ocupan de conexiones estímulo-respuesta sin tener en consideración lo que pasa en la mente del individuo cuando ocurre tal asociación. Se ocupaban, como ya se ha dicho, únicamente de comportamientos observables y medibles. Era como si la mente fuese una caja negra. No es que nada ocurriese en ella, sino que simplemente no interesaba.

Tales teorías fueron sucedidas por otra que tuvo enorme influencia en la enseñanza y en los materiales usados en el aula, principalmente en las décadas de los sesenta y setenta, pero que en cierta forma aún está muy presente en la escuela de hoy: la teoría de Skinner.

El comportamentalismo de Skinner

B.F. Skinner (1904-1990), también norte-americano, se ocupó particularmente de lo que ocurre después de la respuesta, o sea, de la consecuencia que puede ser reforzadora o no. Para él, son tres las principales variables de “entrada”: el *estímulo*, el *refuerzo positivo* y las *contingencias de refuerzo*. La primera es el evento que afecta a los sentidos del sujeto, la segunda es aquello que resulta en el aumento de la frecuencia de la respuesta y las contingencias de refuerzo se refieren al momento y a la cantidad de refuerzo, al arreglo de situaciones reforzadoras.

Las variables de “salida” son las respuestas del sujeto, las cuales pueden ser *respondientes* u *operantes*. Las respondientes son aquellas desencadenadas involuntariamente por determinados estímulos; son los llamados “reflejos” como, por ejemplo, contraer la pupila frente a una luminosidad intensa. Las operantes son aquellas en las cuales el sujeto hace algo que tiene un efecto en el mundo exterior, que opera en él. *La mayor parte del comportamiento humano es operante*. Diferentemente de las respuestas respondientes que son provocadas automáticamente frente a ciertos estímulos, las operantes pueden o no ser exhibidas en presencia de determinados estímulos. No se sabe *a priori* qué estímulo provocará la emisión de una cierta respuesta.

Cada tipo de comportamiento, respondiente u operante, corresponde a un tipo de *condicionamiento*, o sea, un procedimiento de, en un caso, emparejar un estímulo que seguramente provoca una respuesta con un estímulo neutro hasta que este pase también a desencadenar esa respuesta y, en otro, introducir un *reforzador positivo* inmediatamente después de una respuesta, resultando un aumento de frecuencia de esa respuesta. Se dice *condicionada* una respuesta cuya frecuencia se aumentó de esta manera.

Reforzador positivo es aquello que acontece después de la emisión de una respuesta y aumenta su frecuencia. *Reforzador negativo* es lo que la debilita, o sea, disminuye la frecuencia de la respuesta que lo produce o fortalece la respuesta que lo remueve.

Para Skinner, la conexión importante era entre respuesta y refuerzo, no entre estímulo y respuesta como proponían los primeros behavioristas.

La idea básica del enfoque skinneriano es la de que el comportamiento es controlado por las consecuencias.

Condicionamiento operante es el proceso en el cual un reforzador viene inmediatamente después de una respuesta y aumenta la frecuencia de esa respuesta. *Condicionamiento respondiente* es aquel en el cual un estímulo *reforzador* inicialmente neutro pasa, seguramente, a desencadenar una cierta respuesta, pero no necesariamente aumenta la frecuencia de esa respuesta.

En el condicionamiento operante, la consecuencia, quiere decir, el reforzador positivo, funciona como estímulo para que la respuesta sea dada nuevamente. En ese proceso *es mucho más importante el refuerzo que el estímulo inicial.*

Otros términos importantes de la *teoría del refuerzo positivo* son los siguientes:

Extinción: procedimiento que consiste en la suspensión del refuerzo positivo de una respuesta condicionada, con el objetivo de reducción gradual de la frecuencia de esa respuesta hasta que vuelva a ocurrir tan frecuentemente como ocurría antes del condicionamiento.

Olvido: disminución en la probabilidad de que una respuesta ocurra como consecuencia de no haber sido emitida durante mucho tiempo.

Reforzamiento diferencial: reforzar solamente una respuesta de una clase de respuestas e ignorar todas las demás.

Diferenciación de respuestas: fortalecimiento de una respuesta de una clase de respuestas debido al reforzamiento diferencial.

Modelización: reforzamiento positivo, gradual, de respuestas que en principio se asemejan sólo muy ligeramente al comportamiento final deseado, hasta que éste sea exhibido.

Respuesta o comportamiento inicial: respuesta inicial elegida para reforzamiento por estar relacionada de alguna manera a la respuesta final deseada; debe ser presentada al sujeto en el inicio de la modelización.

Respuesta o comportamiento terminal: comportamiento que se desea condicionar en el sujeto; no presentado corrientemente.

Respuestas o comportamientos intermediarios: son aquellos que deben ser condicionados en el sujeto para que, a través de aproximaciones sucesivas (modelización) llegue a exhibir el comportamiento final deseado.

Discriminación: procedimiento de condicionar una respuesta en presencia de un estímulo y extinguirlo en presencia de otros.

Debilitamiento: técnica de cambio gradual semejante a la modelización, sin embargo, lo que cambia gradualmente son los estímulos que serán discriminados, no la

respuesta como ocurre en la modelización; dos estímulos diferentes son presentados difiriendo a lo largo de dos dimensiones, una de las cuales se modifica gradualmente hasta que no haya más diferencia en esa dimensión de modo que la discriminación se hace solamente en relación a la dimensión que no se modificó.

Comportamiento conceptual: responder del mismo modo a todos los estímulos de una clase de estímulos, pero no responder de ese modo a estímulos fuera de la clase; generalizar dentro de una clase de estímulos y discriminar entre clases.

Reforzador condicionado (o secundario): evento u objeto que pasa a ser reforzador por la asociación a reforzadores incondicionados (que no requieren asociación a otros eventos u objetos para que funcionen como reforzadores).

Refuerzo social: reforzador condicionado que consiste en tipos de atención dada por otros miembros de una comunidad.

Cadena-estímulo respuesta: secuencia de estímulos y respuestas en la cual cada respuesta funciona como estímulo para la próxima.

Enseñanza y aprendizaje

El enfoque skinneriano aplicado al proceso instruccional lleva de inmediato a la idea de objetivos operacionales, o sea, comportamientos que el aprendiz debe presentar, o repuestas que debe dar, a lo largo del proceso (comportamientos inmediatos) y al final del mismo (comportamientos terminales). Es preciso definir tales objetivos de manera muy clara, precisa, para que se pueda observar, y medir, su consecución por el alumno. Además de eso, es preciso reforzar positivamente la emisión de tal comportamiento, por ejemplo, a través de la “nota” o de un comentario o elogio. Es necesario también, programar el esquema de reforzamiento (cómo dar el refuerzo positivo, cuando darlo y en qué cantidad), hasta que, eventualmente, el aprendizaje (respuesta “cierta”) funcione como estímulo reforzador.

Para que un objetivo sea comportamental debe satisfacer las siguientes condiciones (Baquero, 1983): 1) especificar la acción del alumno, no del profesor; 2) especificar el comportamiento a ser emitido por el alumno; 3) especificar el tópico de la materia de enseñanza en relación al cual se debe presentar el comportamiento del alumno; 4) representar el producto de una experiencia de aprendizaje, no la experiencia propiamente dicha. Así, objetivos del tipo “El estudiante escuchará partituras de Chopin” o “El estudiante será expuesto a las obras de Érico Veríssimo”, no satisfacen tales condiciones. Ahora, un objetivo del tipo “El estudiante debe ser capaz de *listar* los presupuestos básicos para la aplicación de técnicas estadísticas paramétricas”, las satisface.

La enseñanza debe estar organizada para evitar errores, pues es el acierto quien lleva al refuerzo positivo. Frecuentemente, entonces, se recurre a la idea de “pequeñas etapas”. Tales etapas obedecen a una secuencia de pre-requisitos; cada una es condición para la próxima, pero están programadas de modo que el aprendiz las supere sin grandes dificultades. Idealmente, el sujeto puede progresar a lo largo de las etapas instruccionales con ritmo propio.

Los recursos didácticos, las clases, los materiales programados funcionan como estímulos para las respuestas deseadas, esto es, aquello que está, explícita y

precisamente, definido en los objetivos de enseñanza. La instrucción es “programada tecnológicamente”. El profesor actúa técnicamente, procurando modificar o implantar comportamientos a través de condicionamientos, procedimientos de extinción, modelizaciones, reforzamientos diferenciales, aunque implícita o inconscientemente.

En el "Método Keller" (Moreira, 1983, 1985), por ejemplo, el contenido de una asignatura está dividido en un número relativamente grande de unidades de estudio; para cada una de ellas se elabora unas pautas de estudio que contienen objetivos claramente definidos e instrucciones bien detalladas sobre qué y cómo estudiar; en principio no hay clases, el alumno prepara la unidad a partir de esas pautas (que funcionan como estímulo), con ritmo propio y cuando se siente preparado, se presenta a la evaluación de la unidad, que es una prueba de acuerdo con los objetivos predefinidos; esta prueba es corregida inmediatamente por el profesor o por monitores; si el alumno muestra haber alcanzado todos los objetivos (i.e., ha dado todas las respuestas esperadas) recibe el guión de la próxima unidad (que funciona como refuerzo positivo y estímulo para seguir adelante); si no alcanza todos los objetivos, el alumno puede repetir la evaluación de la unidad hasta ser aprobado y poder pasar a la unidad siguiente; el profesor y los monitores están siempre a disposición de los alumnos para resolver dudas y evaluar; cuando el alumno completa todas las unidades se considera aprobado en la asignatura. La idea es usar los principios de las *pequeñas etapas, respuesta activa, verificación inmediata y ritmo propio* que son los mismos de la *instrucción programada*.

Aparentemente, no hay nada de errado en el enfoque comportamentalista, pues definir objetivos, organizar la enseñanza, enseñar y evaluar el alcance de los objetivos parecer ser lo cotidiano de la escuela. Sin embargo, en la práctica, el enfoque comportamentalista acaba promoviendo el entrenamiento en vez de la educación, el aprendizaje mecánico en vez del aprendizaje significativo (el abordaje estímulo-respuesta-refuerzo no entra en la cuestión del significado). Tal vez por eso sea, actualmente, tan rechazado por educadores e investigadores en educación (aunque aún esté muy presente en el aula).

Como síntesis de esta breve introducción al comportamentalismo se presenta en la Figura 2 un mapa conceptual para este enfoque. Mapa conceptual (Moreira, 2006) es un diagrama destacando, jerárquicamente, los principales conceptos de un cierto contenido y sus relaciones. En esta figura el concepto considerado más importante está en el centro y los otros conceptos-clave están en negrita. Además, el mapa incluye también leyes y principios de las primeras teorías comportamentalistas.

Bibliografía

- Baquero, R.V.A. (1983). *Definição de objetivos*. In Moreira, M.A. *Ação docente na Universidade*. Porto Alegre: Editora da Universidade.
- Moreira, M.A. (1983). *O Sistema de Instrução Personalizada*. In Moreira, M.A. *Ação Docente na Universidade*. Porto Alegre: Editora da Universidade.
- Moreira, M. A. (1985). *Atividade docente na universidade*. Porto Alegre: D.C. Luzzatto Ed. & Ed. da FURG.
- Moreira, M.A. (1999). *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária. Caps. 1 e 3.
- Moreira, M.A. (2006). *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. Porto Alegre: Ed. do Autor.

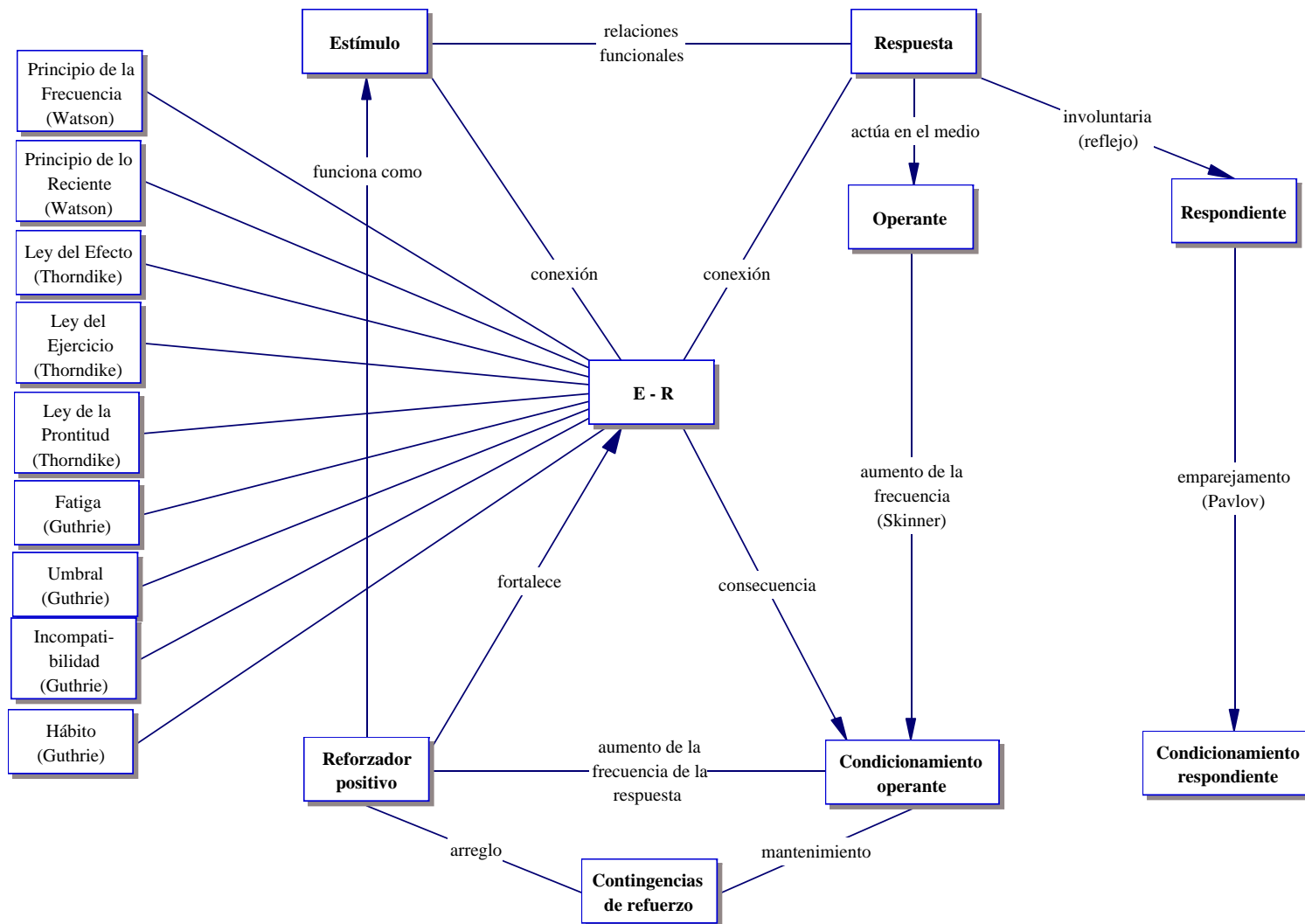


Figura 2: Un mapa conceptual para el comportamentalismo. En este mapa, el concepto-clave está en el centro y los demás conceptos importantes están en negrita.

El Constructivismo de Piaget

Jean Piaget (1896 - 1980) es el pionero y más conocido autor constructivista del siglo XX. Su teoría es de desarrollo cognitivo; su sujeto es epistémico y científico – construye su conocimiento y conoce el mundo científicamente. Este sujeto posee una arquitectura cognitiva variable (que aprende) y se desenvuelve a través de funciones generales invariantes – *adaptación y organización*. En la interacción con el mundo, el sujeto tiende a integrar sus estructuras psicológicas en sistemas coherentes. Esa tendencia de integrar estructuras en sistemas o estructuras más ordenadas es lo que Piaget llama *organización*. La mente es una estructura (cognitiva) que tiende a funcionar en equilibrio, aumentando, permanentemente, su grado de organización y de adaptación al medio. Cuando este equilibrio se rompe por experiencias no asimilables, la mente tiende a reestructurarse a través de la construcción de nuevos *esquemas de asimilación* y alcanzar nuevo estado de equilibrio. Esta reestructuración corresponde a lo que Piaget llama *acomodación*. La asimilación y la acomodación son procesos complementarios que llevan a la *adaptación*, o sea, a la tendencia del organismo (i.e., la mente) a adaptarse al medio, interactuando con él. Adaptación y organización son procesos complementarios inseparables. Son dos caras de un mismo proceso que se manifiesta internamente en la organización cognitiva y externamente en la adaptación al medio.

Piaget argumenta que la asimilación y la acomodación son mecanismos que operan juntos de modo que el medio es interpretado siempre a la luz de estructuras cognitivas existentes (asimilación), sin embargo, estas estructuras son modificadas por las estructuras del medio (acomodación). Son mecanismos lentos y continuos a través de los cuales el nuevo es asimilado por el conocido, pero la estructura del conocido no permanece intacta en su encuentro con el nuevo (Mc Shane, 1991, p.25).

Equilibración mayorante

Este proceso equilibrador que Piaget llama *equilibración mayorante* es el responsable de la evolución cognitiva, del desarrollo mental y del aprendizaje (aumento de conocimiento, en la óptica de Piaget) del sujeto. Es a través de la equilibración mayorante como el conocimiento humano es totalmente construido en interacción con el medio físico y socio-cultural. La teoría de Piaget es interaccionista; el desarrollo cognitivo resulta de la interacción entre factores internos y externos.

La equilibración mayorante es, entonces, el proceso auto-regulador que lleva a sucesivas mejoras en el equilibrio cognitivo. Cada nuevo equilibrio hace al sujeto más poderoso en la habilidad de comprender las características físicas y las relaciones de los eventos y objetos del medio y también de atribuirles propiedades causales, lógicas y matemáticas (Ginsburg y Opper, 1988, p. 223).

Adaptación, organización, asimilación, acomodación y equilibración mayorante son conceptos-clave de la teoría piagetiana. Éstos se refieren a los procesos que envuelve el desarrollo cognitivo. Con todo, aunque los procesos sean siempre estos, hay diferencias cualitativas en relación a cómo ellos ocurren, por ejemplo, en la mente de un niño, de un adolescente y de un adulto. Piaget identificó cuatro periodos generales de

desarrollo cognitivo: *sensorio-motor, pre-operacional, operacional concreto y el operacional formal*. Cada uno de ellos, a su vez, subdividido en estadios o niveles.

Periodos de desenuelamiento mental

1. *Sensorio-motor*: desde el nacimiento hasta aproximadamente dos años de edad; se caracteriza por acciones no coordinadas; cada acción es aún aislada y la única referencia común y constante es el propio cuerpo del niño; él no diferencia su yo del medio que le rodea; todo parece ser una extensión de su propio cuerpo, pero él no se percibe como poseedor de deseos y voluntades que serían las causas de sus acciones.

2. *Pre-operatorio*: va de dos a siete años de edad, aproximadamente; se desarrolla el lenguaje; las acciones son más coordinadas y menos centradas en el sujeto; objetos y eventos son representados mentalmente, tienen realidad cognitiva además de la realidad física; aún así, el pensamiento todavía no es reversible; el niño en ese periodo no tiene todavía comprensión de la transitividad, ni de la conservación del todo; su atención se vuelve hacia los aspectos más atractivos, perceptualmente, de los objetos y eventos, pudiendo fácilmente caer en contradicción.

3. *Operatorio-concreto*: va de 7/8 años hasta 11/12 años, aproximadamente; se caracteriza por una descentralización progresiva en relación a la perspectiva egocéntrica; el pensamiento ya tiene características de una lógica de operaciones reversibles; a pesar de eso, el niño no es aún capaz de operar con hipótesis que pueden ser falsas o verdaderas; para anticipar lo ausente tiene que partir de lo concreto, contrariamente al periodo siguiente en el cual lo real es percibido como un caso particular de lo posible.

4. *Operatorio formal*: de los 11/12 años en adelante; se caracteriza principalmente por la creciente capacidad de razonar con hipótesis verbales, no sólo con objetos concretos; es el pensamiento proposicional, a través del cual, para razonar, el adolescente manipula proposiciones mentalmente; se hace capaz de hacer raciocinios hipotético - deductivos; tiene capacidad para operar con constructos mentales; puede trabajar con operaciones lógico-matemáticas.

La secuencia de estos cuatro periodos es invariante y cada uno de ellos prepara el camino para el otro. Con todo, las edades en que ocurren pueden variar considerablemente dentro de una misma cultura y entre culturas diferentes.

La causalidad piagetiana

Según Silvie Parrat-Dayana (apud Monserrat Moreno et al., 1998, p. 21), el tema de la causalidad fue lo que permitió a Piaget explicar con mayor claridad su concepción interaccionista (entre sujeto y objeto) y constructivista del conocimiento.

Para esa autora, la noción de causa utilizada por Piaget es la de “una relación que la razón establece entre las cosas o entre las cosas y el sujeto y resulta de nuestra capacidad de deducción”(ibid.). Considerando que la pregunta básica, epistemológica, de Piaget siempre se refirió a la relación entre el pensamiento y las cosas, o entre el organismo y el medio, se entiende por qué esta noción de causa y el tema de la causalidad le fueron tan útiles.

Por ejemplo (op. cit., pp. 22-25):

La evolución de la causalidad tiene lugar en tres niveles distintos. En un primer momento, las explicaciones causales tienden a ser fenoménicas, finalistas y mágicas. En un segundo momento, son artificialistas, animistas y dinámicas. Solamente en el tercer periodo, después de los 7 u 8 años, las explicaciones causales se vuelven más racionales. Piaget describe esta evolución a través de tres procesos: desubjetivación de la causalidad, formación de series secuenciales en el tiempo y reversibilidad progresiva de sistemas de causa y efecto... Las operaciones formales abrirán al sujeto nuevas posibilidades de aprender la causalidad.

Estas consideraciones reflejan lo que Parrat-Dayan llama la primera teoría de Piaget sobre la causalidad y aparece en sus libros de la década de los veinte. La segunda, de fines de los años sesenta, es la teoría de la atribución (op.cit., pp. 25-27):

Cualquier explicación causal, de la más simple a la más compleja, consiste en atribuir al universo el nivel de operatividad cognitiva del sujeto. La interpretación propuesta por Piaget es que la explicación causal consiste en la utilización de operaciones por el sujeto, permitiéndole la creación de modelos que podrá atribuir a las relaciones observadas entre los objetos... Lo específico de la causalidad es que la operación no sólo se aplica a los objetos sino también se les atribuye a ellos. Eso quiere decir que se considera que los objetos actúan por sí mismos, unos sobre otros, de una manera análoga a las operaciones... Decir que la causalidad es un proceso de atribución de las operaciones del sujeto al objeto, significa que la explicación de un fenómeno consiste en transportar el sistema de operaciones que suponen la acción del sujeto sobre el objeto al nivel de las interacciones entre los objetos.

Por tanto, el sujeto atribuye a las relaciones entre los objetos ligaciones causales según el modelo de sus propias operaciones. Por ejemplo, si el sujeto domina la transitividad lógica ($A = C$ si $A = B$ y $B = C$), debe ser capaz de explicar la transmisión del movimiento entre objetos.

Parrat-Dayan (op. cit. p., 26) llama la atención que, para Piaget, la causalidad es explicativa, no legal, esto es, para él la causalidad es la explicación causal no la ley. Una ley expresa una regularidad, mientras la causalidad presupone un modelo explicativo. La diferencia de relaciones causales supone la atribución, a la realidad, de operaciones del sujeto y eso es posible gracias a la construcción de un sistema explicativo.

Esa autora también esclarece que, para Piaget, en toda explicación causal se utiliza una estructura lógico-matemática, sin que eso signifique que la causalidad se reduzca al conjunto de operaciones lógico-matemáticas, pues no se trata apenas de aplicar tales operaciones al objeto sino también de atribuirles al objeto. Eso significa que el sujeto supone que el objeto es activo e implica que la causalidad supone un sistema de inferencias y de construcciones lógico-matemáticas que van más allá de lo observable (ibid.).

Por tanto, existe una estrecha relación entre el sujeto y el objeto. En el proceso de atribución de las operaciones lógicas a la realidad intervienen las propiedades de esa realidad. Al descubrir ciertas características de los objetos, el sujeto modifica sus

modelos interpretativos y, en virtud de esa modificación, puede explicar la realidad física de manera más rica (op. cit. p., 28).

La equilibración es, por excelencia, el mecanismo piagetiano para describir la mejora o el aumento de conocimiento o, en último análisis, el propio desarrollo cognitivo del sujeto. Pero la causalidad tiene un papel importante en la equilibración, pues es propio de la causalidad provocar desequilibrio. O sea, por resistir al tratamiento operatorio del sujeto, a las inferencias del sujeto, los objetos producen perturbaciones en sus esquemas de asimilación que pueden llevar a la construcción de nuevos esquemas de asimilación, resultando en equilibración mayorante y, por consiguiente, en desarrollo cognitivo. Por su parte, la causalidad es explicativa, no legal, presuponiendo modelos explicativos que el sujeto construye.

El concepto de esquema

En el párrafo anterior se dijo que la equilibración es el principal mecanismo para describir el desarrollo cognitivo del sujeto. Sin embargo, el concepto de esquema es también muy importante en la teoría piagetiana: el individuo construye *esquemas de asimilación* para abordar la realidad. Cuando el organismo (mente) asimila, la realidad es incorporada a los esquemas de acción del sujeto. La mente es, entonces, un conjunto de esquemas que se aplican a la realidad. La estructura cognitiva del sujeto sería un complejo organizado de esquemas de asimilación. Cuando un esquema se reestructura para dar cuenta de una situación se dice que hubo una acomodación (y una reequilibración mayorante).

Enseñanza y aprendizaje

La implicación más obvia de la teoría de Piaget para la enseñanza es que se debe respetar el nivel de desarrollo cognitivo del aprendiz. Por ejemplo, un alumno que estuviera en el periodo operacional concreto no puede beneficiarse de una enseñanza que exija razonamientos formales. Aunque es obvia esta implicación, generalmente, no se tiene en cuenta en la enseñanza de ciertas disciplinas como, por ejemplo, la Física, cuya enseñanza es casi siempre orientada como si los alumnos fuesen todos operacionales formales.

Otra consecuencia clara es la del conflicto cognitivo. Según la teoría piagetiana, el sujeto, interactuando con el mundo, construye esquemas de asimilación con los cuales, entonces, asimila situaciones conocidas. Cuando la situación es nueva es preciso acomodar, o sea, reformular el esquema de asimilación, construir un nuevo esquema, o abandonar la tarea. La enseñanza, en consecuencia, debe provocar conflictos cognitivos, es decir, proponer situaciones para las cuales los esquemas de los alumnos no funcionan, de modo que se provoque la necesidad de construcción de nuevos esquemas. En términos técnicos, se diría que la enseñanza debe conducir a la equilibración mayorante y, por tanto, a aprendizajes. Aún así, si el conflicto cognitivo fuera muy acentuado puede ocurrir la equilibración minorante, esto es, el aprendiz buscará el equilibrio cognitivo a través del “no-aprendizaje”, de la “no-modificación” o “no-enriquecimiento de sus esquemas de asimilación.

Por tanto, la disequilibración cognitiva es necesaria, pero no puede ser tan grande que no lleve a la equilibración mayorante.

La teoría de Piaget tiene aún otras muchas implicaciones para la enseñanza como consecuencia, por ejemplo, de la causalidad, de la teoría de la atribución, de la idea de acción. O, por lo menos, para interpretar lo que está aconteciendo en términos de aprendizaje cognitivo en el transcurso de la enseñanza. Las consecuencias destacadas en los párrafos anteriores han sido sólo las más inmediatas. Hay otras muchas, como es el caso de los modelos mentales causales tan necesarios para la comprensión de ciertos sistemas físicos, o de dispositivos electro-mecánicos.

En la Figura 3 se presenta un mapa conceptual para el constructivismo de Piaget.

Bibliografía

Ginsburg, H. P. & Opper, S. (1988). *Piaget's theory of intellectual development*. New Jersey: Prentice Hall.

MacShane, J. (1991). *Cognitive development: an information processing approach*. Oxford: Basil Blackwell Ltd.

Parrat-Dayán, S. (1998). La teoría de Piaget sobre la causalidad. In Moreno Marimón, M. et al. *Conocimiento y cambio*. Barcelona: Paidós. pp. 21-30.

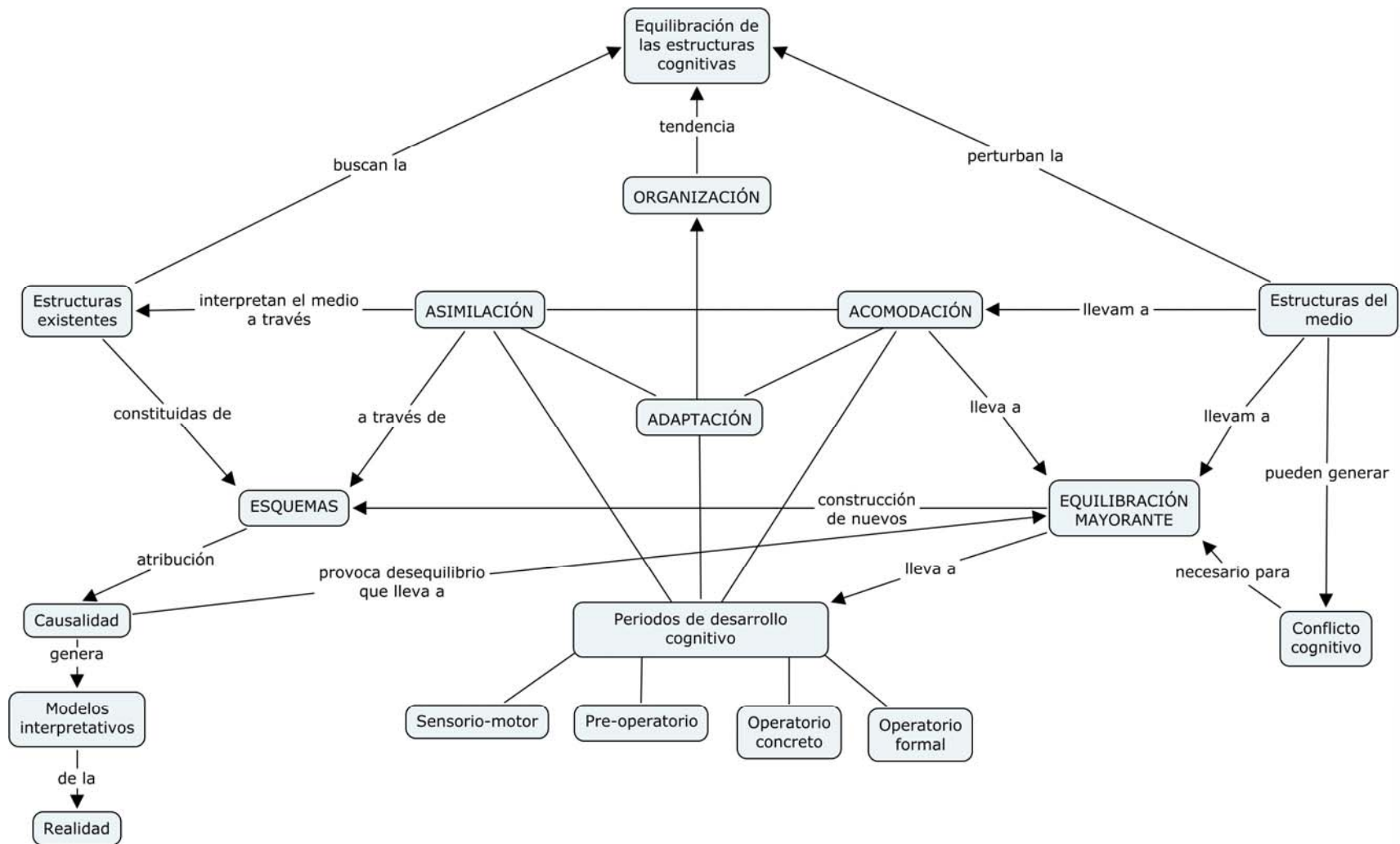


Figura 3: Un mapa conceptual para el constructivismo de Piaget. En este mapa, según la percepción del autor, los conceptos-clave están en mayúsculas y los de nivel intermedio están en minúsculas/negrita.

El constructivismo de Vygotsky

Para **Lev Vygotsky** (1896-1934), el desarrollo cognitivo no se puede entender sin referencia al contexto social, histórico y cultural en el cual ocurre. Los procesos mentales superiores (pensamiento, lenguaje, comportamiento volitivo) del individuo tienen origen en procesos sociales. El desarrollo de esos procesos en el ser humano está *mediado* por instrumentos y signos construidos social, histórica y culturalmente en el medio social en que está situado.

No se trata, aún así, de considerar el medio social apenas como una variable importante en el desenvolvimiento cognitivo. En la perspectiva de Vygotsky, el desarrollo cognitivo *es* la conversión de relaciones sociales en funciones mentales. No es a través del desarrollo cognitivo como el individuo se vuelve capaz de socializarse, sino que es a través de la socialización como se da el desarrollo de los procesos mentales superiores. (Driscoll, 1995, p. 229).

Mediación semiótica

Pero, ¿cómo se convierten, en el individuo, las relaciones sociales en funciones psicológicas? La respuesta está en la mediación o actividad mediada indirecta. Es a través de la mediación como se da la internalización (construcción interna de una operación externa) de actividades y comportamientos socio-históricos y culturales (Garton, 1992, p. 89). Quiere decir, la conversión de relaciones sociales en funciones mentales superiores no es directa, está mediada y esa mediación incluye el uso de *instrumentos y signos*. Ese proceso de interiorización implica una mediación esencialmente humana, una mediación semiótica en la cual el lenguaje y, en particular, la palabra, es esencial. La palabra es el material privilegiado, es el elemento común entre locutor e interlocutor, es una amalgama de pensamiento y lenguaje, está siempre cargada de contenido o de sentido ideológico, es una especie de molécula del *pensamiento verbal*, *i.e., de la intersección entre pensamiento y habla* (Tunes, 2000, p. 38). *La palabra está presente en todos los actos de comprensión y en todos los actos de interpretación. Todos los signos no verbales, aunque no puedan ser sustituidos por palabras, “se sumergen en el discurso”, se apoyan en las palabras y están acompañados por ellas... la palabra no es una cosa que el individuo posee, sino que es mediación, elemento móvil y mutable en la dinámica de las interacciones verbales* (Smolka, 2000, p. 65).

Instrumentos y signos

Un instrumento es algo que puede ser usado para hacer alguna cosa; un signo es algo que significa alguna cosa. Un arado, por ejemplo, es un instrumento. Los iconos, usados en las computadoras, son signos; las palabras son signos lingüísticos. El lenguaje es un sistema articulado de signos; la matemática también.

Las sociedades construyen instrumentos y sistemas de signos; ambos son construidos a lo largo de la historia de esas sociedades y modifican, influyen, su desarrollo social y cultural. Es a través de la apropiación (internalización) de esas construcciones socio-históricas y culturales, vía *interacción social*, como el individuo se desarrolla cognitivamente. Cuanto más va utilizando signos y sistemas de signos, tanto más se van modificando, fundamentalmente, las operaciones psicológicas que él es capaz. De la misma forma, cuanto más instrumentos va

aprendiendo a usar , tanto más se amplia la gama de actividades en las cuales puede aplicar sus nuevas funciones psicológicas. El desarrollo de las funciones mentales superiores, pasa, entonces, por una fase externa. En el desarrollo cognitivo de un sujeto, toda función aparece dos veces – primero en el nivel social y, después, en el nivel individual – primero entre personas (interpersonal, interpsicológica) y después se da en el interior del propio sujeto (intrapersonal, intrapsicológica). Para Vygotsky, todas las funciones mentales superiores se originan como relaciones entre seres humanos.

Interacción social

La interacción social es el vehículo fundamental para la transmisión dinámica (de inter para intrapersonal) del conocimiento social, histórica y culturalmente construido. Esa interacción implica un mínimo de dos personas intercambiando *significados*; implica también un cierto grado de reciprocidad y bidireccionalidad entre los participantes de ese intercambio, que aportan diferentes experiencias y conocimientos, tanto en términos cualitativos como cuantitativos. Niños, adolescentes, jóvenes, adultos y ancianos, generalmente no viven aislados; están permanentemente interactuando socialmente en su casa, en la escuela, en la calle, en el trabajo. Vygotsky considera esta interacción fundamental para el desarrollo cognitivo y lingüístico de cualquier individuo.

Significados

Directamente relacionada con la interacción social está la adquisición de significados. Signo es alguna cosa que significa otra cosa. Las palabras, como ya se ha dicho, son signos lingüísticos. Los gestos también son ejemplos de signos. Los significados de palabras y gestos se construyen socialmente y, por lo mismo, son contextuales. Determinada palabra, en otra lengua puede no significar nada o tener significado distinto. Los gestos que tienen un significado en una cultura no lo tienen en otra. Todos los significados son contextuales.

Por otro lado, dentro de un mismo contexto, de una misma cultura, por ejemplo, o de una misma lengua, determinados signos no significan nada (en rigor, no son signos) para un individuo que jamás tuvo la oportunidad de captar significados para tales signos en interacciones sociales. La internalización (reconstrucción interna) de signos es fundamental para el desarrollo humano, pero para eso el ser humano tiene que pasar a compartir significados ya aceptados en el contexto social en que se encuentra, o ya construidos social, histórica y culturalmente. Se percibe ahí la importancia crucial de la interacción social, pues es a través de ella, como la persona puede captar significados y asegurarse que los significados que está captando son aquellos compartidos socialmente para los signos en cuestión. En último análisis, por tanto, la interacción social implica, sobre todo, intercambio de significados. Para que un niño, o un adulto, internalice determinado signo es indispensable que el significado de ese signo le llegue de alguna manera (típicamente a través de otra persona) y que ella o él tenga la oportunidad de verificar (típicamente externalizando para otra persona) si el significado que captó (para el signo que está reconstruyendo internamente) es socialmente compartido.

Para Vygotsky, significado no es lo mismo que sentido. Para él, *sentido es la suma de los eventos psicológicos que la palabra evoca en la conciencia. Es un todo fluido y dinámico, con zonas de estabilidad variable, una de las cuales, la más estable y precisa, es el significado que es una construcción social, de origen convencional (o socio-histórica) y de naturaleza estable* (Pino Sigardo, 2000, p. 45).

El habla

El lenguaje es, para Vygotsky, el más importante sistema de signos para el desarrollo cognitivo del ser humano porque lo libera de los vínculos contextuales inmediatos. El desarrollo de los procesos mentales superiores depende de la descontextualización y el lenguaje sirve muy bien para eso en la medida en que el uso de signos lingüísticos (palabras, en este caso) permite que el individuo se aparte cada vez más de un contexto concreto. El dominio del lenguaje abstracto descontextualiza, flexibiliza el pensamiento conceptual y proposicional.

Naturalmente, el habla, es extremadamente importante en el desarrollo del lenguaje. Por tanto, en la visión de Vygotsky, el desarrollo del habla es un marco fundamental en el desarrollo cognitivo: *El momento de mayor significado en el curso del desarrollo intelectual, que da origen a las formas puramente humanas de inteligencia práctica y abstracta, acontece cuando el habla y la actividad práctica, hasta entonces dos líneas completamente independientes, convergen* (Vygotsky, 1988, p. 27).

La inteligencia práctica se refiere al uso de instrumentos y la inteligencia abstracta a la utilización de signos y sistemas de signos, de los cuales el lenguaje es el más importante para el desarrollo cognitivo. Aunque la inteligencia práctica y el habla se desenvuelvan separadamente en las primeras fases de la vida del niño, ellas convergen. La primera manifestación de esa convergencia acontece cuando el niño comienza a hablar mientras resuelve un problema práctico. Con todo, para Vygotsky, el habla egocéntrica es el uso del lenguaje para controlar y regular el comportamiento del niño y no refleja el pensamiento egocéntrico. (Garton, 1992, p. 93). El habla egocéntrica viene del habla social y representa la utilización del lenguaje para mediar acciones. Para los niños, el habla es tan importante como la acción para alcanzar un objetivo. Ellos no quedan simplemente hablando lo que están haciendo; su habla y acción forman parte de una misma función psicológica compleja, dirigida a la solución del problema. Los niños resuelven sus tareas prácticas con la ayuda del habla, así como de los ojos y las manos. Cuanto más compleja sea la acción exigida por la situación y menos directa la solución, mayor es la importancia del habla en la operación como un todo (Vygotsky, 1988, p. 28).

El desarrollo del lenguaje en el ser humano va del habla social (lenguaje como comunicación) para el habla egocéntrica (lenguaje como mediador) y de esta para el habla interna. Esta, a su vez, refleja una independencia cada vez mayor en relación al contexto extralingüístico que se manifiesta a través de la abstracción que lleva a la conceptualización de objetos y eventos del mundo real. La internalización del habla lleva a la independencia en relación a la realidad concreta y permite el pensamiento abstracto flexible, independiente del contexto externo (Garton, 1992, pp. 92-93).

Zona de desarrollo proximal

La zona de desarrollo proximal es definida por Vygotsky como la distancia entre el nivel de desarrollo cognitivo real del individuo, medido por su capacidad de resolver problemas independientemente, y su nivel de desarrollo potencial, medido a través de la solución de problemas bajo la orientación de alguien (un adulto, en el caso de un niño) o en colaboración con compañeros más capaces (Vygotsky, 1988, p. 97). La zona de desarrollo proximal define las funciones que aún no han madurado, pero que están en proceso de maduración. Es una medida del potencial de aprendizaje; representa la región en la cual ocurre el desarrollo cognitivo; es dinámica y está constantemente cambiando.

Formación de conceptos

Vygotsky tiene una propuesta para el proceso inicial de formación de conceptos que empieza en la fase más precoce de la infancia y se caracteriza por tres formaciones intelectuales: 1) *agregación desorganizada o amontonado* en la que los niños agrupan objetos desiguales de manera desorganizada, difusa, por tentativa y error, determinada en gran medida visualmente por la posición espacial de objetos; 2) *pensamiento por complejos* en la que los objetos ya son agrupados no solo por impresiones subjetivas del niño sino también por relaciones que de hecho existen entre los objetos; es la fase de los pseudo-conceptos; 3) *conceptos potenciales* que requieren la abstracción de algún trazo común a diferentes objetos, pero ese trazo abstracto es inestable y fácilmente da paso a otros trazos. La convergencia o fusión de esos procesos progresivamente genera la formación de conceptos.

Aprendizaje y enseñanza

Desde el momento en que el desarrollo de las funciones mentales superiores exige la internalización de instrumentos y signos, en contextos de interacción, el aprendizaje se convierte en *condición* para el desarrollo de esas funciones, cuando se sitúa precisamente en la zona de desarrollo potencial del sujeto (Rivière, 1987, p. 96). En otras perspectivas teóricas, el desarrollo cognitivo se ha interpretado como necesario para el aprendizaje, o tomado como sinónimo. En la de Vygotsky, el aprendizaje es necesario para el desarrollo cognitivo.

La interacción social que provoca el aprendizaje debe ocurrir dentro de la zona de desarrollo proximal, pero, al mismo tiempo, tiene un papel importante en la determinación de los límites de esa zona. El límite inferior está, por definición, fijado por el nivel real de desarrollo del aprendiz. El superior está determinado por procesos instruccionales que pueden ocurrir en el juego, en la enseñanza formal o informal, o en el trabajo. Independientemente del contexto, lo importante es la interacción (Driscoll, 1995, p. 233).

Para Vygotsky, la única buena enseñanza es aquella que está al frente del desarrollo cognitivo y lo lidera. Análogamente, el único buen aprendizaje, es aquel que avanza en relación al desarrollo. El aprendizaje orientado a niveles de desarrollo ya alcanzados no es efectivo desde el punto de vista del desarrollo cognitivo del aprendiz.

Interpretando el papel del profesor en la perspectiva de Vygotsky, lo podemos ver como un mediador indispensable. En la interacción social que debe caracterizar la enseñanza, el profesor es el participante que ya internalizó significados socialmente compartidos para los materiales educativos del currículo. En un episodio de enseñanza, el profesor, de alguna manera, presenta al alumno significados socialmente aceptados, en el contexto de la materia de enseñanza, para determinado signo – de la Física, de la Matemática, de la Lengua Española, de la Geografía. El alumno debe, entonces, de alguna manera “devolver” al profesor el significado que captó. El profesor en ese proceso es responsable de verificar si el significado que el alumno captó es aceptado, compartido socialmente. La responsabilidad del alumno es verificar si los significados que captó son aquellos que el profesor pretendía que captase y si son aquellos compartidos en el contexto del área de conocimientos en cuestión. La enseñanza se consume cuando profesor y alumno comparten significados.

Esta visión de la enseñanza, como una búsqueda de congruencia de significados, ha sido defendida en tiempos recientes por D.B. Gowin (1981), pero podemos encontrarla, mucho antes, en Vygotsky. Naturalmente, en ese proceso el profesor puede también aprender, en la medida en que clarifica o incorpora significados a su organización cognitiva, mientras

que el profesor, él o ella, está en posición distinta del alumno en lo que se refiere al dominio de instrumentos, signos y sistemas de signos contextualmente aceptados que ya internalizó y que el alumno deberá aún internalizar.

Este modelo de intercambio de significados poco o nada dice sobre cómo se da la internalización, pero deja claro que ese intercambio es fundamental para el aprendizaje y, consecuentemente, en la óptica de Vygotsky, para el desarrollo cognitivo. Sin la *interacción social*, o sin el *intercambio de significados*, dentro de la zona de desarrollo proximal del aprendiz, no hay enseñanza, no hay aprendizaje y no hay desarrollo cognitivo. Interacción e intercambio implican, necesariamente, que *todos* los implicados en el proceso de enseñanza-aprendizaje *deben hablar y tener la oportunidad de hablar*.

El cambio conceptual es claramente interpretado en esa perspectiva: implica internalización (reconstrucción interna) de nuevos significados, delimitación del foco de conveniencia de otros, tal vez abandono de algunos, posible coexistencia de significados incompatibles. En fin, un proceso complejo, evolutivo, con muchos matices contextuales que depende vitalmente de la interacción social e intenso intercambio de significados.

El constructivismo de Vygotsky está esquematizado conceptualmente en la Figura 4.

Bibliografía

- Driscoll, M.P. (1995). *Psychology of learning and instruction*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Garton, A.F. (1992). *Social interaction and the development of language and cognition*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gowin, D.B. (1981). *Educating*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.
- Pino Sigardo, A. (2000). O conceito de mediação semiótica em Vygotsky e seu papel na explicação do psiquismo humano. *Cadernos Cedes*, ano XX(24): 38-59.
- Rivière, A. (1987). *El sujeto de la psicología cognitiva*. Madrid: Alianza.
- Smolka, A.L.B. (2000). Conhecimento e produção de sentidos na escola: a linguagem em foco. *Cadernos Cedes*, ano XX(35):50-61.
- Tunes, E. (2000). Os conceitos científicos e o desenvolvimento do pensamento verbal. *Cadernos Cedes*, ano XX(35): 36-49.
- Vygotsky, L.S. (1988). *A formação social da mente*. 2ª ed. brasileira. São Paulo: Martins Fontes.

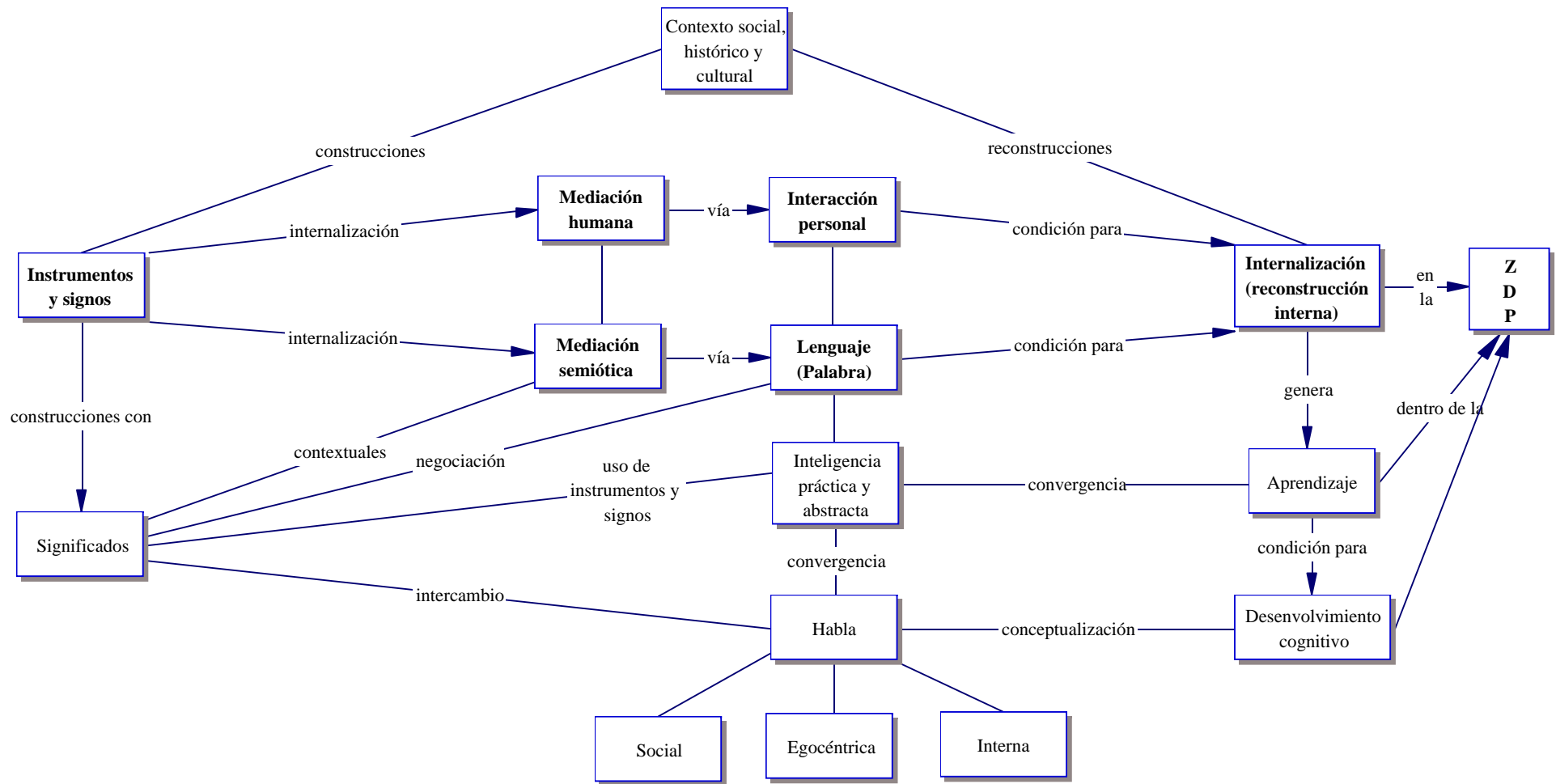


Figura 4: Un mapa conceptual para el constructivismo de Vygotsky. Según la percepción del autor, los conceptos-clave están en un eje horizontal indicados en negrita.

La Teoría de Enseñanza de Bruner¹

Introducción

Bruner, tal vez sea más conocido por haber dicho que "es posible enseñar cualquier asunto, de manera honesta, a cualquier niño, en cualquier estado de su desarrollo" (1969, 1973, 1976), que por cualquier otro aspecto de su teoría. Al decir esto, sin embargo, él no quiso decir que el asunto se pudiera enseñar en su forma final, y sí, que siempre es posible enseñarlo teniendo en consideración las diversas etapas del desarrollo intelectual. Cada una de estas etapas está caracterizada por un modo particular de representación, que es la forma por la cual el individuo visualiza el mundo y se lo explica a sí mismo. Así la tarea de enseñar determinado contenido a un niño, en cualquier edad, es la de representar la estructura de este contenido en términos de la visualización que el niño tiene de las cosas.

Para Bruner, lo relevante en una materia de enseñanza es su estructura, sus ideas y relaciones fundamentales. Ésta es aparentemente, la idea principal de Bruner respecto de lo que es enseñar. En cuanto a la cuestión de cómo enseñar, Bruner destaca el proceso de descubrimiento, a través de la exploración de alternativas y el currículum en espiral. Según Bruner "el ambiente o contenidos de enseñanza tienen que ser percibidos por el aprendiz en términos de problemas, relaciones y lagunas que ellos deben rellenar, con el fin de que el aprendizaje sea considerado significativo y relevante. Currículum en espiral, a su vez, significa que el aprendiz debe tener oportunidad de ver el mismo tópico más de una vez en diferentes niveles de profundidad y modos de representación.

Desarrollo intelectual

La idea de desarrollo intelectual ocupa un lugar fundamental en la teoría de Bruner, pues para él "enseñar es, en síntesis, un esfuerzo para modelar el desarrollo", y "una teoría de enseñanza estudia efectivamente, las diversas maneras de favorecer el desarrollo" (1969, p.15). Al referirse a la naturaleza del desarrollo intelectual, él considera entre otros los siguientes aspectos (1969, p.19-21):

- *"El desarrollo intelectual se caracteriza por la independencia creciente de la respuesta en relación con la naturaleza inmediata del estímulo...se basa en absorber eventos, en un sistema de almacenamiento que corresponde al medio ambiente...está caracterizado por la creciente capacidad para enfrentarse con alternativas simultáneamente, atender a varias secuencias al mismo tiempo, y distribuir tiempo y atención de una manera apropiada, a todas esas múltiples demandas."*

Desde el punto de vista de Bruner, una cuestión básica relacionada con el desarrollo cognitivo es la de la **representación**, es decir, un individuo al desarrollarse cognitivamente debe adquirir medios de **representar** lo que ocurre en su ambiente. Debe ser capaz de conservar en un modelo la experiencia subsiguiente de la estimulación del medio, y también de recuperar la información a través del mismo modelo. De manera análoga a los periodos de desarrollo propuestos

¹ Moreira, M. A. (1995). Monografía n° 5 de la **Serie Enfoques Teóricos**. Porto Alegre, Instituto de Física UFRGS. Originalmente divulgada, en 1980 en la serie "Mejoría de la Enseñanza" del Programa de Apoyo al Desarrollo de la Enseñanza Superior (PADES)/UFRGS n° 13. Publicada en 1985, en el libro "Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos", São Paulo, Editora Moraes, p. 37-47. Revisada en 1995; Carlos Alberto dos Santos, Profesor del IFUFRGS, es co-autor de la versión original. Traducción de Concesa Caballero.

por Piaget (preoperacional, operacional concreto y operacional formal), Bruner distingue tres modos de representación del mundo a través de los cuales pasa el individuo:

1° - **Representación activa:** en este estadio el trabajo mental del niño consiste principalmente en establecer relaciones entre la experiencia y la acción; su interés consiste en manipular el mundo por medio de la acción (1973, p.32). Esta etapa corresponde aproximadamente al periodo comprendido entre la adquisición del lenguaje y la etapa en la que el niño comienza a aprender a manipular símbolos. Es, pues característica del niño en edad preescolar. En este estadio es extremadamente difícil enseñar ciertas ideas físicas, como la conservación de la masa, porque al niño le falta aquello que la escuela de Ginebra denominó reversibilidad. Así un niño no llega a entender que la masa y el peso de un objeto se conservan incluso cuando se altera la forma del objeto.

2° - **Representación icónica:** en este estadio, el niño ya está en la escuela; se trata de un estadio operacional (concreto), al contrario del anterior que era meramente activo (preoperacional). Es operacional en el sentido de manipulación directa de objetos, o interna, como cuando se manipula mentalmente símbolos que representan cosas y relaciones. De modo general, una "operación" es una manera de obtener, en la mente, datos sobre el mundo real de modo que puedan ser organizados y utilizados selectivamente en la resolución de problemas. En este estadio, una operación puede ser una acción, pero difiere de la acción típica del estadio anterior porque ahora es interiorizada y reversible. Interiorizada, porque el niño ya no necesita resolver un problema a través de un proceso directo de ensayo y error, sino que puede realmente efectuarlo en su mente. Reversible, porque una operación puede ser compensada por la operación inversa. Si dividimos un conjunto de bolitas de juego infantil en subconjuntos, el niño puede comprender intuitivamente que el conjunto original puede ser restablecido uniéndolos los subconjuntos (1973, p.34).

3° - **Representación simbólica:** corresponde al periodo designado por la escuela de Ginebra como de las "operaciones formales". En el primer estadio (activo), el niño era capaz de resolver sus problemas por la pura y simple acción. Él poseía un modo de representación activa. En el segundo, ya era capaz de interiorizar la acción y podía hacer mentalmente las tentativas de resolución de un problema. No obstante, su poder simbólico era limitado. El niño apenas era capaz de estructurar la realidad inmediatamente presente, pero no estaba enteramente apto para abordar nuevas posibilidades. Solamente en el tercer estadio se da esto.

De estos tres modos de representación se deduce que los individuos pasan por tres estadios de procesamiento y representación de informaciones - uno caracterizado por el manoseo y acción, otro por la organización perceptiva e imágenes, y el tercero por la utilización de símbolos. Según Bruner, no son exactamente "estadios" sino fases internas de desarrollo. Aunque estas fases se desenvuelven secuencialmente no sustituyen una a la otra. De adultos continuamos representando tanto activa, como icónica y simbólicamente, pero predominantemente en esta última forma.

Características de una teoría de enseñanza

Bruner argumenta que las teorías psicológicas de aprendizaje y desarrollo son descriptivas, en cuanto que una teoría de enseñanza debe, además de tener en cuenta tales teorías, ser prescriptiva. Debe principalmente concentrarse en como optimizar el aprendizaje, facilitar la transferencia o la recuperación de informaciones. Debe también establecer reglas concernientes a la mejor manera de obtener conocimientos y técnicas.

Él distingue cuatro características principales de una teoría de enseñanza (1976, p.48):

"En primer lugar, debe señalar las experiencias más

efectivas para introducir en un individuo la predisposición para el aprendizaje - aprendizaje en general o cualquier caso particular del mismo... En segundo lugar, tiene que especificar cómo debe ser estructurado un conjunto de conocimientos, para que sea mejor aprendido por el estudiante. La 'estructura óptima', estará constituida por una serie de proposiciones, de las cuáles se obtiene un conjunto de conocimientos de mayores dimensiones, siendo característica la dependencia de su formulación en relación al grado de adelantamiento del campo particular del conocimiento... En tercer lugar, una teoría de enseñanza tiene que indicar cuál es la secuencia más eficiente para presentar las materias a estudiar. Si alguien quiere enseñar la estructura de la teoría de la Física Moderna, ¿cómo debe hacerlo?... Finalmente, una teoría de instrucción debe detenerse en la naturaleza y en la aplicación de los premios y castigos en el proceso de aprendizaje y enseñanza".

Cada una de estas características se discutirá a continuación.

Predisposiciones

Aunque reconoce la gran influencia de los factores culturales, motivacionales y personales en el deseo de aprender y de intentar solucionar problemas, Bruner concentra su atención en la **predisposición para explorar alternativas**. Partiendo de la premisa de que el estudio y la resolución de problemas se basan en la exploración de alternativas, propone que la instrucción deberá facilitar y ordenar tal proceso por parte del alumno. Existen tres factores involucrados en el proceso de exploración de alternativas: **activación, mantenimiento, y dirección**. La activación es aquello que da inicio al proceso, el mantenimiento lo sostiene y la dirección evita que sea caótico.

Bruner, por tanto, enfatiza el aprendizaje por descubrimiento, pero de una manera "dirigida", de modo que la exploración de alternativas no sea caótica o cause confusión y angustia en el alumno. Si, por un lado, una guía de laboratorio o un itinerario de estudio, por ejemplo, no deben ser de tipo "receta de cocina", por otro, no deben ser totalmente desestructurados, dejando al alumno "perdido". Debe haber un acuerdo entre instrucciones detalladas a ser seguidas paso a paso e "instrucciones" que dejan al alumno sin saber que hacer. Las instrucciones deben ser dadas de modo que al explorar alternativas lleven a la solución del problema o a un "descubrimiento".

Estructura y forma del conocimiento

La estructura de una materia presenta, según Bruner, tres características fundamentales, todas ellas ligadas a las habilidades del estudiante para dominar el asunto: forma de representación utilizada, economía y potencia efectiva.

Las **formas de representación** ya han sido presentadas en el ítem de desarrollo intelectual. Como vimos existen tres tipos de representación: activa, icónica y simbólica. La *economía* en la representación de un dominio de conocimiento está relacionada con la cantidad de información que debe ser conservada en la mente y procesada para resolver algún problema o entender nuevas proposiciones. La *potencia efectiva* de una estructuración está caracterizada por la capacidad requerida de un estudiante para relacionar asuntos aparentemente distintos.

Secuencia y sus aplicaciones

La cuestión de la secuencia en el aprendizaje parece ser intuitiva para la gran mayoría de los

que se ocupan de la enseñanza. Parece que la diferencia entre Bruner y otros autores, en este particular, se refiere al hecho de que él formaliza la cuestión y la sitúa en términos operacionales. Así él identifica: caudal de informaciones, estadio de desarrollo, naturaleza de la materia y diferencias individuales, como variables importantes en el establecimiento de la secuencia de una materia. Otro vínculo importante es la necesidad de considerar el proceso de descubrimiento, o sea, una secuencia de material a aprender debe dejar la posibilidad de exploración de alternativas.

Forma y distribución del refuerzo

A pesar de argumentar que una teoría de la instrucción, debe también detenerse en la naturaleza y en la aplicación de los premios y castigos en el proceso de aprendizaje y enseñanza, Bruner no afronta el refuerzo de la misma manera como es visto en un planteamiento conductista. Desde el punto de vista behaviorista el refuerzo tiene un papel fundamental ya que el comportamiento se modifica como consecuencia de recompensas o castigos. Para Skinner, por ejemplo, no es la presencia del estímulo o de la respuesta lo que lleva al aprendizaje, sino la presencia de las contingencias del refuerzo. Bruner, por su parte, se refiere al refuerzo en el sentido de que "el aprendizaje depende del conocimiento de los resultados, en el momento y lugar en el que éste puede ser utilizado para la corrección. El conocimiento de los resultados tendrá utilidad o no, conforme el estudiante reciba en tiempo y lugar apropiados la información correctiva, explicadas las condiciones en que podrá usarla y la forma en la que la recibe" (1969, p.67). Para él "en la medida en que el niño se desenvuelve y aprende a pensar de manera simbólica, y de esta manera a representar y transformar el ambiente, aumenta la motivación de competencia, gana más control sobre el comportamiento y al mismo tiempo reduce los efectos de refuerzo secundario o de gratificación... El proceso debe llevar al estudiante a desarrollar su autocontrol y autorreforzarse con el fin de que el aprendizaje sea refuerzo de sí mismo" (Oliveira, 1973, pp.35 y 122).

Conclusión

Como ya se ha dicho en la introducción de este trabajo Bruner, tanto en "El proceso de la educación" (1973)¹, como en "Una nueva teoría de aprendizaje" (1969, 1976), destaca el papel de la estructura de la materia de enseñanza, sus relaciones e ideas fundamentales. Sin embargo diez años después de la publicación de esos primeros libros en los Estados Unidos, él intenta justificar el porqué del énfasis en la enseñanza de la estructura del conocimiento, argumentando que ésta era la idea que prevalecía en la época (fin de los años 50 e inicio de los 60). Es decir, si el individuo entendiese la estructura del conocimiento, ese entendimiento le permitiría progresar por sí mismo; no era necesario encontrar todo en la naturaleza para conocerla pues la comprensión de algunos principios más significativos permitiría la extrapolación a situaciones particulares. Conociendo la estructura de un cierto asunto se sabría ya mucho sobre él y al mismo tiempo quedaría poca cosa para guardar en la mente.

Entretanto, esta idea suponía, implícitamente, que la motivación de los alumnos era natural, i.e., ellos estaban naturalmente motivados para aprender, el problema era enseñarlos adecuadamente (enfaticando la estructura del contenido y el aprendizaje por descubrimiento). También suponía que todos los alumnos sometidos a los nuevos currículos basados en la estructura de la disciplina, tenían ya ciertas habilidades analíticas traídas "de casa". Tales suposiciones, no obstante, eran falsas: los alumnos no estaban naturalmente motivados y, dependiendo del medio socio-económico de origen, no tenían las habilidades esperadas.

Esos y otros argumentos llevaron a Bruner a conscientizarse que la educación no es neutra

¹ Esta referencia es una traducción en portugués del original *The process of Education*, publicado en los Estados Unidos en 1960. La traducción al castellano es del año 1963, publicada en México por UTEHA.

ni aislada, y si profundamente política. Por eso, diez años después de "El proceso de la educación", dijo que se quedaría muy satisfecho al declarar si no una moratoria, al menos algo así como un "desénfasis" en la enseñanza de la estructura de las disciplinas, en favor de enseñarlas en el contexto de los problemas con los cuales se enfrenta la sociedad.

Bruner es también uno de los autores de la llamada "revolución cognitiva", si aceptamos que la Psicología Cognitiva "nació" en un encuentro realizado en el M.I.T. en 1956, en el cual, además de él, participaron Noam Chomsky, George Miller, Herbert Simon y algunos otros nombres muy conocidos en el área.

En este texto, el "cognitivismo de Bruner" ha quedado casi restringido a los modos de representación por los cuáles el sujeto pasa a lo largo de su desarrollo intelectual – activo, icónico y simbólico – en los cuales se percibe una clara influencia piagetiana. De hecho, en la práctica, en los medios educacionales, Bruner es conocido por estos modos representacionales y por términos como curriculum en espiral y aprendizaje por descubrimiento. Sin embargo, no hace mucho tiempo, Bruner publicó dos libros donde enfoca, sobre todo, la mente humana: *Actual minds, possible worlds*, 1986 y *Acts of meaning*, 1990. Según Olson (1992), en estos libros, Bruner defiende y contribuye a una "ciencia de la mente" (i.e., una psicología) ideal que sería una ciencia de significados e intenciones, no de respuestas y comportamientos; que estaría ocupada con la estructura y el crecimiento del conocimiento, no con el procesamiento de informaciones; que se referiría a la mente en un contexto interpersonal, social y cultural, no como procesos internos del individuo; que se dedicaría a la consciencia y subjetividad, no a lo que la persona dijo o hizo, sino a aquello que ella **piensa**, que dijo o hizo (op. cit., p. 29)

Al adoptar esta "psicología ideal", Bruner critica su propia visión anterior, en la cual el niño es un constructor "solista" – que construye en niveles cada vez más elevados de representación – y, en un tributo a Lev Vygotsky, reconoce que el niño raramente construye por sí solo, sino a través de una intencionalidad compartida (ibid., p.31): todo lo que "entra" en la consciencia es lo que fué "acordado" interpersonalmente; solamente aquello que el niño puede asegurar "concordancia compartida" viene a ser parte de su representación del mundo. Sin duda, una visión Vygotskyana.

Estos comentarios finales sobre el posicionamiento de Bruner se han hecho para dar al lector una noción de la amplitud y de la evolución de la obra de Bruner. La Figura 5 presenta un mapa conceptual para la "primera fase" de Bruner.

Referencias

- Bruner, J. S. (1990). *Acts of meaning*. Cambridge, MA. Harvard University Press.
- Bruner, J.S. (1986). *Actual minds, possible worlds*. Cambridge, MA. Harvard Univ. Press.
- Bruner, J.S. (1973). *O processo da educação*. São Paulo, Nacional.
- Bruner, J.S. (1969). *Uma nova teoria de aprendizagem*. Rio, Bloch, (1ª ed.), 1976 (2ª ed.)
- Bruner, J.S. (1971). The process of education revisited. *Phi Delta Kappan*, Sep., pp.18-21.
- Oliveira, J.B.A. (1973). *Tecnologia educacional*. Rio, Vozes, (2ª ed.), 1975 (3ª ed.)
- Olson, D.R. (1992). The mind according to Bruner. *Educational Researcher*, 21 (4): 29-31.

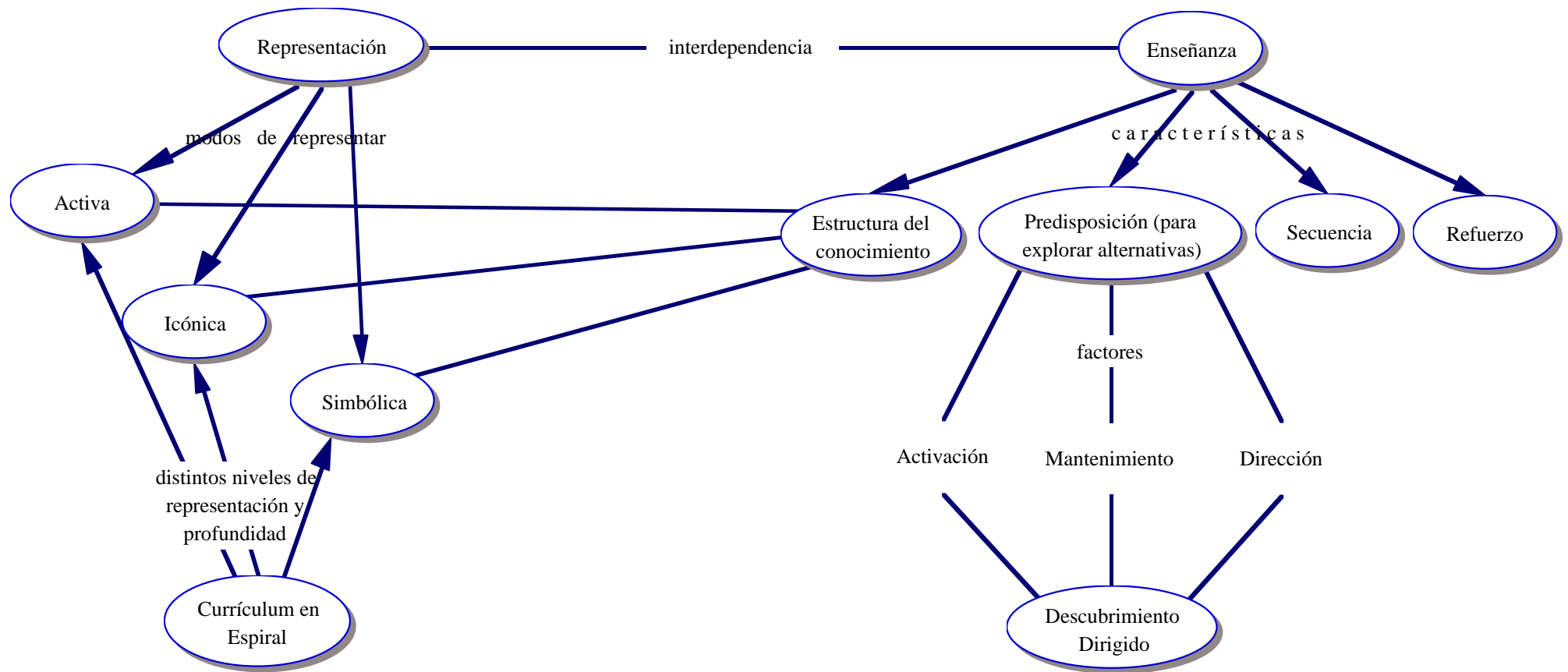


Figura 5 - Un mapa conceptual para la teoría de Bruner, destacando la representación y sus modos, la enseñanza y sus características, el currículum en espiral y el descubrimiento dirigido, como conceptos-clave de esa teoría.

El Constructivismo de Ausubel

La *idea básica* de la teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel (1968, 1978, 2000) es la de que si fuera posible aislar un único factor, como el más importante para el aprendizaje cognitivo, éste sería aquello que el aprendiz ya sabe, o sea, el conocimiento ya existente en su estructura cognitiva con claridad, estabilidad y diferenciación; consecuentemente, la enseñanza debería tener en cuenta tal conocimiento y, para eso, sería necesario averiguarlo previamente. El *concepto-clave* de la teoría es el propio concepto de *aprendizaje significativo*. Naturalmente, aprendizaje significativo es aprendizaje con significado; sin embargo, la propuesta original de Ausubel va mucho más allá de esta tautología.

Aprendizaje significativo

Aprendizaje significativo es aquél en que, el significado del nuevo conocimiento, viene de la interacción con algún conocimiento específicamente relevante ya existente en la estructura cognitiva² del aprendiz con un cierto grado de estabilidad y diferenciación. En esta interacción, no sólo el nuevo conocimiento adquiere significado sino también el conocimiento anterior queda más rico, más elaborado, adquiere nuevos significados. *Interacción* (entre conocimientos nuevos y previos) es la característica clave del aprendizaje significativo.

En la interacción que caracteriza al aprendizaje significativo, el nuevo conocimiento debe relacionarse de manera *no-arbitraria* y *sustantiva* (no al pie de la letra) con aquello que el aprendiz ya sabe y éste debe presentar una predisposición para aprender.

El aprendizaje significativo implica la adquisición de nuevos significados y, recíprocamente, estos son producto del aprendizaje significativo.

Aprendizaje significativo vs. aprendizaje mecánico

Aprendizaje mecánico es aquel en el que, el nuevo conocimiento, es almacenado en la memoria del aprendiz de manera *literal* y *arbitraria*. No hay interacción entre el nuevo conocimiento y algún aspecto específicamente relevante de la estructura cognitiva preexistente. El nuevo conocimiento no se incorpora a la estructura ni la modifica. El aprendiz no da significados a lo que aprende, apenas almacena la información que recibe.

Con todo, la distinción entre aprendizaje significativo y aprendizaje mecánico no es dicotómica. Estos dos tipos de aprendizajes están en extremos opuestos de un mismo continuo. Esto significa que no se debe pensar que el aprendizaje es significativo o mecánico. Hay casos intermedios. Es posible que un aprendizaje inicialmente mecánico pase, progresivamente, a significativo.

Aprendizaje receptivo vs. aprendizaje por descubrimiento

La dimensión significativa vs. mecánica no debe ser confundida con la dimensión receptiva vs. descubrimiento. Son dimensiones independientes. En el *aprendizaje receptivo*, el

² Por estructura cognitiva se entiende aquí el cuerpo de conocimientos claro, estable y organizado que el sujeto ya posee en una cierta área. Esta estructura es, al mismo tiempo, producto del aprendizaje significativo y la variable que más influye en el aprendizaje significativo.

nuevo conocimiento (i.e., la tarea de aprendizaje) es simplemente presentado al aprendiz. Sea cual fuere el medio de presentación (aula, libro, computador, ...), el sujeto que aprende no necesita descubrir nada, él o ella, tienen apenas que relacionar la nueva información activa y significativamente a aspectos relevantes de su estructura cognitiva y retenerla para recordarla o reconocerla posteriormente o como base para el aprendizaje de nuevo material relacionado (Ausubel et al., 1983, p. 17). En el *aprendizaje por descubrimiento*, el contenido a ser aprendido debe ser descubierto de manera independiente antes que pueda ser relacionado a la estructura cognitiva de manera no-arbitraria y sustantiva para que ocurra el aprendizaje significativo. Quiere decir, tanto el aprendizaje receptivo como el aprendizaje por descubrimiento pueden ser significativo o mecánico. Lo que determina la significatividad del aprendizaje de un nuevo conocimiento no es la manera como el aprendiz tiene acceso, por recepción o descubrimiento, a tal conocimiento, sino el modo como él está relacionado – literal o sustantivo, arbitrario o no – a la estructura cognitiva del aprendiz.

Subsunoeres

Según Ausubel, la esencia del proceso de aprendizaje significativo reside en que ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de una manera no-arbitraria y no-literal con aquello que el aprendiz ya sabe, o sea, con algún aspecto existente y específicamente relevante, de su estructura cognitiva preexistente, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición (op. cit., p. 48).

Este aspecto ya existente en la estructura cognitiva y que puede ser un concepto, una proposición, una imagen, un símbolo, en fin un conocimiento específico, al menos con alguna claridad, estabilidad y diferenciación es lo que se llama *subsunsor* (o subsumidor).

La estructura cognitiva sería, entonces, un conjunto de subsunoeres y sus interrelaciones. La disponibilidad de subsunoeres adecuados (i.e., específicamente relevantes) es condición necesaria (pero no suficiente, pues el aprendiz debe presentar también una actitud de aprendizaje significativo) para el aprendizaje significativo.

Tipos de aprendizaje significativo

Hay dos tipologías, no excluyentes, de aprendizaje significativo: la primera se refiere a lo que se aprende (representaciones, conceptos o proposiciones) y la segunda a cómo se aprende (por subordinación, superordenación o combinación).

Aprendizaje representacional (de representaciones) es aquel en que símbolos arbitrarios pasan a representar sus referentes (objetos, eventos, conceptos). Símbolos aislados (generalmente palabras) pasan a significar las mismas cosas que sus referentes o a producir el mismo contenido cognitivo producido por los referentes. El *aprendizaje conceptual* (de conceptos) es también un aprendizaje de representaciones, pues conceptos también son representados por símbolos aislados (palabras-concepto, nombre de los conceptos). Sin embargo, los conceptos son genéricos, categoriales, representan regularidades en objetos, eventos, fenómenos que presentan diversidades a lo largo de distintas dimensiones, pero que comparten ciertos atributos, ciertas características. El nombre de los conceptos se adquiere a través del aprendizaje significativo representacional, después que sus significados hayan sido adquiridos. En el *aprendizaje proposicional* (de proposiciones) el significado de la proposición no es simplemente la suma de los significados de las palabras (generalmente representando conceptos) que lo constituyen. No se trata de establecer equivalencias representativas, sino de captar el significado de ideas expresadas en forma de proposiciones (op. cit., p. 53).

Desde otra perspectiva, se puede decir que el aprendizaje significativo es subordinado, superordenado o combinatorio. El *aprendizaje es subordinado* cuando el nuevo conocimiento adquiere significado al relacionarse de manera inclusiva, aunque sustantiva y no-arbitraria, al conocimiento previo, es decir, a conocimientos superordenados específicos (subsunsos) ya existentes en la estructura cognitiva. Si el nuevo conocimiento es comprendido como ejemplificación, corroboración, apoyo, de la idea subsunora, el aprendizaje subordinado se dice que es *derivativo*; si fuera una extensión, elaboración, modificación, delimitación, del subsunor, es considerado *correlativo*. En el *aprendizaje superordenado*, el nuevo conocimiento es aprendido significativamente a través de una relación de superordenación, o sea, *pasa a abarcar* varios conceptos, proposiciones, ideas, ya existentes en la estructura cognitiva. Finalmente, cuando el nuevo conocimiento no guarda relaciones de subordinación o superordenación con conocimientos específicos existentes en la estructura cognitiva, cuando el significado viene de interacción con el conocimiento amplio, con el "background" de conocimientos que el aprendiz tiene en una cierta área, el aprendizaje se denomina *combinatorio*.

Asimilación

Para Ausubel (1983, p. 70) el resultado de la interacción entre lo que va a ser aprendido y la estructura cognitiva existente constituye una *asimilación* de significados nuevos y antiguos construyendo una estructura cognitiva más organizada y diferenciada. La nueva información se vincula a aspectos relevantes preexistentes en la estructura cognitiva y en ese proceso se modifican tanto la información recién adquirida como la estructura cognitiva preexistente. En el caso del aprendizaje subordinado, la nueva información (nuevo conocimiento) se "ancla" en alguna idea ya establecida (subsunor), contribuyendo a su estabilidad, elaboración, enriquecimiento, modificación. En el aprendizaje superordenado, ideas ya establecidas son reconocidas como ejemplos más específicos de la nueva idea y quedan subordinadas a ella, mientras que en el aprendizaje combinatorio el nuevo conocimiento se relaciona con conocimientos ya existentes en la estructura cognitiva pero no es tenido como más específico (subordinado) o más abarcante (superordenado) que ellos. En estos tres casos, Ausubel dice que hay una *asimilación* de significados nuevos y antiguos. Esta es su teoría de la asimilación, la cual considera perteneciente a la familia de las teorías cognitivistas que rechazan el dogma comportamentalista de que no se debe especular sobre los mecanismos internos de la mente (op. cit., p. 71).

Él cree que, excepto en niños pequeños, en edad pre-escolar, la adquisición de conceptos se explica por esta teoría, o sea, el aprendizaje de conceptos se da por asimilación. Sin embargo, los primeros conceptos son adquiridos por los niños a través de un proceso de descubrimiento basado en experiencias empírico-concretas, envolviendo, por lo menos de forma primitiva, inducción, análisis discriminativo, abstracción, diferenciación, generación y comprobación de hipótesis y generalización (ibid., p. 91). Este proceso, llamado *formación de conceptos*, explica el origen de los primeros subsunsos.

Diferenciación progresiva vs. reconciliación integrativa

A medida que el nuevo conocimiento adquiere significado por interacción con el conocimiento previo, éste se modifica porque adquiere nuevos significados. La ocurrencia de este proceso una o más veces lleva a la *diferenciación progresiva* del concepto o proposición que sirvió de subsunor (1978, p. 124). Quiere decir, que el conocimiento previo queda más diferenciado, más rico. Se trata de un proceso típico de aprendizaje significativo subordinado.

Por otro lado, en el aprendizaje superordenado o en el combinatorio las ideas establecidas en la estructura cognitiva pueden ser percibidas como relacionadas y reorganizadas adquiriendo así nuevos significados. A esa recombinación de elementos ya existentes en la estructura cognitiva, Ausubel da el nombre de *reconciliación integrativa*.

Estos son los dos procesos básicos de la dinámica de la estructura cognitiva. Ellos son simultáneos y relacionados. Todo aprendizaje resultado de una reconciliación integrativa resultará también en mayor diferenciación progresiva de conceptos o proposiciones existentes. La reconciliación integrativa es una forma de diferenciación progresiva que ocurre durante el aprendizaje significativo (op. cit., p. 125). El desarrollo de esos procesos puede, y debe, ser facilitado por una enseñanza que los tome como referente explícito, o sea, como estrategias instruccionales que deliberadamente busquen promover la diferenciación progresiva y la reconciliación integrativa. Los mapas conceptuales, por ejemplo, son muy útiles en ese sentido.

Condiciones para el aprendizaje significativo

Para que ocurra el aprendizaje significativo, el nuevo conocimiento debe ser relacionable de modo no-arbitrario y sustantivo con el conocimiento previo del aprendiz y éste debe adoptar una actitud de aprendizaje para hacer esa relación. En términos de enseñanza y aprendizaje, se dice que el material de aprendizaje debe ser potencialmente significativo, o sea, relacionable de manera no-arbitraria y no-literal a la estructura cognitiva del alumno y éste debe buscar, deliberadamente, relacionar el nuevo material con aquello que ya sabe.

La significatividad potencial de un material instruccional depende de su significatividad lógica (naturaleza lógica, "aprendibilidad", relacionabilidad a ideas pertinentes) y de la disponibilidad de subsunsores adecuados en la estructura cognitiva del aprendiz.

Aprendizaje y enseñanza

La teoría de Ausubel es una "teoría de sala de clases". Para él, el aprendizaje que ocurre en la sala de clases es típicamente receptivo² (el alumno no precisa descubrir para aprender) y puede ser significativo en la medida en que los materiales educativos sean potencialmente significativos y el alumno presente una predisposición para aprender, esto es, para relacionar de manera no-arbitraria y no-literal tales materiales a su estructura cognitiva. El profesor tiene un papel extremadamente importante en un enfoque ausubeliano porque a él corresponde "enseñar de acuerdo", es decir, teniendo en cuenta el conocimiento previo del aprendiz, utilizando principios facilitadores como la diferenciación progresiva y la reconciliación integrativa y haciendo uso de organizadores previos para explicitar la relacionabilidad del nuevo material con los conceptos subsunsores existentes en la estructura cognitiva del alumno. Aprendizaje significativo y aprendizaje mecánico están en un continuo distinto de aquél que existe entre aprendizaje receptivo y aprendizaje por descubrimiento. Lo que lleva al aprendizaje significativo es la interacción no-arbitraria y sustantiva entre el nuevo conocimiento y aquel específicamente relevante ya existente en la estructura cognitiva del alumno, pero la acción mediadora del profesor es importante para provocar, favorecer, catalizar esa interacción.

² Receptiva no es sinónimo de clase expositiva, puede ser a través de libros, vídeos, hipertextos, etc.; desde que el alumno no tenga que descubrir para aprender, el aprendizaje será receptivo.

El **aprendizaje significativo es progresivo**, o sea, los nuevos conocimientos se van volviendo significativos para el sujeto de modo progresivo. Por eso, la evaluación del aprendizaje significativo debe buscar evidencias de ese tipo de aprendizaje. Aprendizaje significativo implica comprensión. Por tanto, la evaluación del aprendizaje significativo debe buscar evidencias de comprensión, no necesariamente “respuestas correctas”, pues éstas, muchas veces, pueden ser resultantes de aprendizaje mecánico.

Para promover la **diferenciación progresiva**, la enseñanza debe estar organizada de modo que las ideas y conceptos-claves de la materia de enseñanza sean introducidos en las primeras aulas y progresivamente diferenciados a lo largo de las demás aulas. Sin embargo eso no significa un enfoque deductivo, ni presentar las ideas y conceptos-claves en su forma representacional más compleja. Las proposiciones (leyes, por ejemplo) y conceptos centrales pueden ser presentadas inicialmente desde un enfoque fenomenológico, basado en situaciones-problema, en demostraciones.

Para facilitar la reconciliación integrativa, la enseñanza debe apuntar diferencias reales o aparentes, establecer semejanzas y distinciones, hacer siempre referencias a las proposiciones y conceptos centrales del contenido curricular. Debe también insistir en la consolidación de los conocimientos adquiridos, pues el aprendizaje significativo requiere también práctica, ejercicio.

Materiales introductorios que explicitan la relacionabilidad del nuevo conocimiento con aquel ya existente en la estructura cognitiva del alumno son muy útiles para facilitar el aprendizaje significativo. Tales materiales pueden ser considerados como organizadores previos.

El constructivismo de Ausubel está diagramado en el mapa conceptual presentado en la Figura 6.

Bibliografía

Ausubel, D.P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston. 685 p.

Ausubel, D.P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 212p.

Ausubel, D.P., Novak, J.D. & Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: a cognitive view*. 2nd ed. New York: Holt, Rinehart and Winston. 733 p.

Ausubel, D.P., Novak, J.D. & Hanesian, H. (1980). *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana. Traducción al portugués de la segunda edición de *Educational psychology: a cognitive view*. 623 p.

Ausubel, D.P., Novak, J.D. & Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México, DF: Trillas. Traducción al español de la segunda edición de *Educational psychology: a cognitive view*.

Moreira, M.A. (1999). *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora Universidade de Brasília. 129 p.

Moreira, M.A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora Universidade de Brasília. 185p.

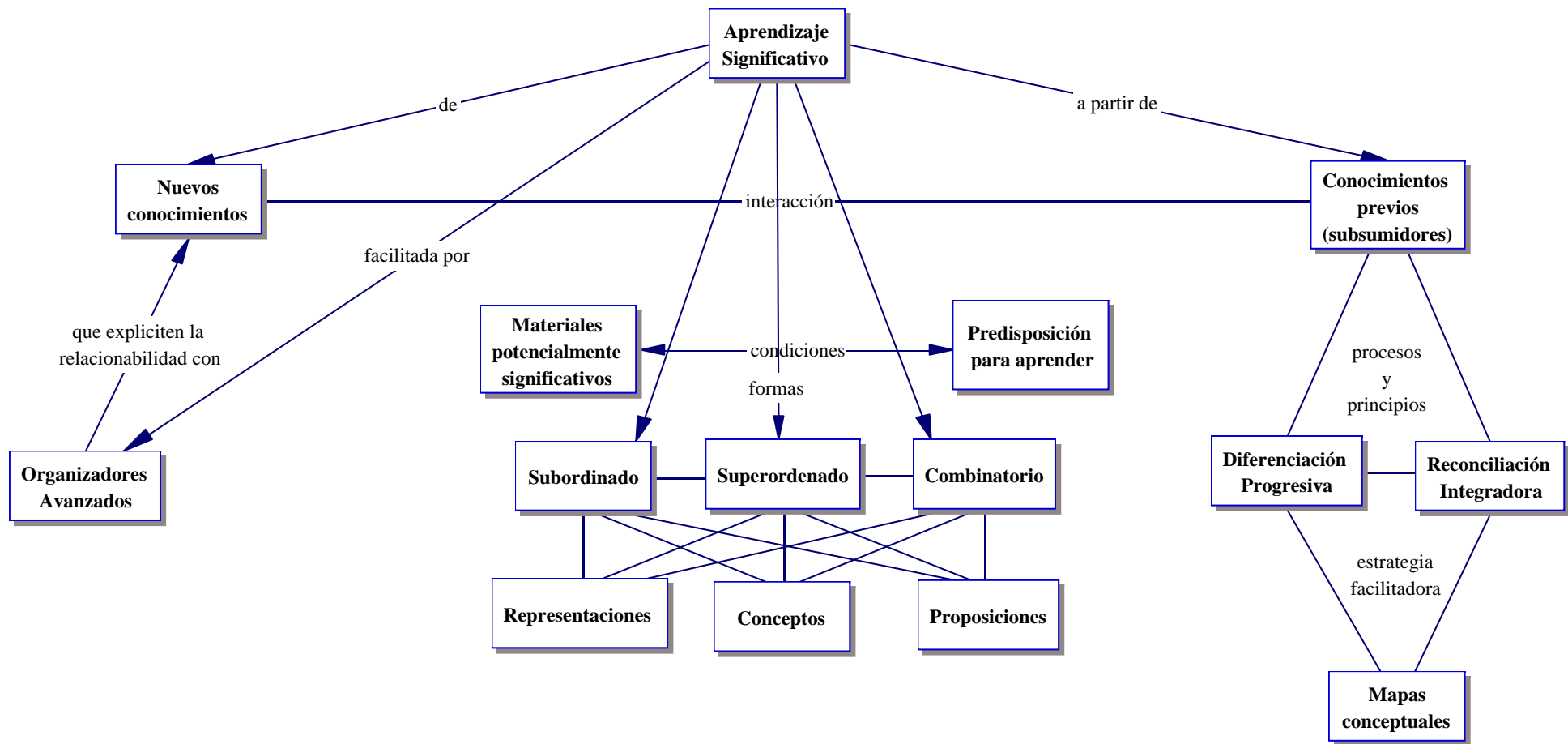


Figura 6: Un mapa conceptual para el constructivismo de Ausubel. La idea-clave es la de que el aprendizaje significativo resulta de la interacción cognitiva entre nuevos conocimientos y conocimientos previos.

El Constructivismo de Vergnaud

Gérard Vergnaud, [director de investigación del Centro Nacional de Investigación Científica (CNRS) de Francia], discípulo de Piaget, amplía y redirige, en su teoría, el foco piagetiano de las operaciones lógicas generales, de las estructuras generales del pensamiento, para el estudio del funcionamiento cognitivo del "sujeto-en-situación". Además de eso, diferentemente de Piaget, toma como referencia el propio contenido del conocimiento y el análisis conceptual del dominio de ese conocimiento (Vergnaud, 1994, p. 41; Franchi, 1999, p. 160). Por otro lado, Vergnaud reconoce la importancia de la teoría de Piaget, destacando las ideas de adaptación, desequilibrio y reequilibrio como piedras angulares para la investigación en didáctica de las Ciencias y de la Matemática. Pero cree que el gran legado de Piaget es el concepto de *esquema* (1996c, p. 206). Tal concepto, como veremos más adelante, es fundamental en la teoría de Vergnaud. Él reconoce igualmente que su teoría de los campos conceptuales fue desarrollada también a partir de la contribución de Vygotsky. Se percibe eso, por ejemplo, en la importancia atribuida a la interacción social, al lenguaje y a la simbolización en el progresivo dominio de un campo conceptual por los alumnos. Para el profesor, la tarea más difícil es la de proveer oportunidades a los alumnos para que desarrollen sus esquemas en la zona de desarrollo proximal (1998, p. 181).

Campos conceptuales

Vergnaud toma como premisa que el conocimiento está organizado en *campos conceptuales* cuyo dominio, por parte del sujeto, ocurre a lo largo de un periodo de tiempo, a través de experiencia, madurez y aprendizaje (1982, p. 40). *Campo conceptual es, para él, un conjunto informal y heterogéneo de problemas, situaciones, conceptos, relaciones, estructuras, contenidos y operaciones de pensamiento, conectados unos a otros y probablemente, entrelazados durante el proceso de adquisición* (ibid.). El dominio de un campo conceptual no ocurre en algunos meses, ni incluso en algunos años. Al contrario, nuevos problemas y nuevas propiedades deben ser estudiados a lo largo de varios años si quisiéramos que los alumnos progresivamente los dominen. De nada sirve intentar evitar las dificultades conceptuales; éstas se superan en la medida en que se abordan y enfrentan, pero eso no ocurre en un solo golpe (1983a, p. 401).

La teoría de los campos conceptuales supone que el núcleo del desarrollo cognitivo es la conceptualización (1996a, p. 118). Ella es la piedra angular de la cognición (1998, p. 173). Luego, se debe dar toda atención a los aspectos conceptuales de los esquemas y al análisis conceptual de las situaciones para las cuales los estudiantes desarrollan sus esquemas, en la escuela o fuera de ella (1994, p. 58).

No es, con todo, una teoría de enseñanza de conceptos explícitos y formalizados. Se trata de una teoría psicológica del proceso de conceptualización de lo real que permite localizar y estudiar continuidades y rupturas entre conocimientos desde el punto de vista de su contenido conceptual (1990, p. 133). En el estudio de ese proceso, cualquier reduccionismo es peligroso en la medida en que la conceptualización de lo real es específica del contenido y no puede ser reducida ni a las operaciones lógicas generales, ni a las operaciones puramente lingüísticas, ni a la reproducción social, ni a la emergencia de estructuras innatas, ni, en fin, al modelo de procesamiento de la información (1983a, p. 392).

Campo conceptual es también definido por Vergnaud como un conjunto de problemas y situaciones cuyo tratamiento requiere conceptos, procedimientos y representaciones de tipos

diferentes pero íntimamente relacionados (1983b, p. 127). En otros trabajos (1988, p. 141; 1990, p. 146), él define campo conceptual como siendo, en primer lugar, un conjunto de situaciones cuyo dominio requiere, a su vez, el dominio de varios conceptos de naturalezas distintas. Por ejemplo, el campo conceptual de las estructuras multiplicativas consta de todas las situaciones que pueden ser analizadas como problemas de proporciones simples y múltiples para las cuales generalmente es necesario una multiplicación, una división o una combinación de esas operaciones (ibid.). Varios tipos de conceptos matemáticos están implicados en las situaciones que constituyen el campo conceptual de las estructuras multiplicativas y en el pensamiento necesario para dominar tales situaciones. Entre esos conceptos están el de función lineal, función no-lineal, espacio vectorial, análisis dimensional, fracción, razón, tasa, número racional, multiplicación y división (ibid.). Análogamente, el campo conceptual de las estructuras aditivas es el conjunto de situaciones cuyo dominio requiere una adición, una sustracción o una combinación de tales operaciones.

Como se puede observar, la definición referida en la introducción -- conjunto informal y heterogéneo de problemas, situaciones, conceptos, relaciones, estructuras, contenidos y operaciones de pensamiento, conectados unos a los otros y, probablemente, entrelazados durante el proceso de adquisición -- es más abarcante. Posteriormente a ella, Vergnaud destaca la idea de situaciones en las definiciones que da de campo conceptual. Como se verá más adelante, *situación* es un concepto-clave de la teoría de Vergnaud, sin embargo, la definición inicial, más amplia, de campo conceptual da una idea mejor de la complejidad de aquello que él llama campo conceptual. Él considera el campo conceptual como una unidad de estudio para dar sentido a las dificultades observadas en la conceptualización de lo real, y como ya se dijo antes, la teoría de los campos conceptuales supone que **la conceptualización es la esencia del desarrollo cognitivo.**

Conceptos

Vergnaud define concepto como un triplete de conjuntos (1983a, p. 393; 1988, p. 141; 1990, p. 145; 1993, p. 8; 1997, p. 6), $C = (S, I, R)$, donde:

S es un conjunto de situaciones que dan sentido al concepto;

I es un conjunto de invariantes (objetos, propiedades y relaciones) sobre los cuales reposa la operacionalidad del concepto, o un conjunto de invariantes operatorios asociados al concepto, o aún, el conjunto de invariantes que pueden ser reconocidos y usados para analizar y dominar las situaciones del primer conjunto;

R es un conjunto de representaciones simbólicas (lenguaje natural, gráficos y diagramas, sentencias formales, etc.) que pueden ser usadas para indicar y representar esos invariantes y, consecuentemente, representar las situaciones y los procedimientos para lidiar con ellas.

El primer conjunto – de situaciones – es el *referente* del concepto, el segundo – de invariantes operatorios – es el *significado* del concepto, en cuanto al tercero – de representaciones simbólicas – es el *significante*. Una definición pragmática podría considerar un concepto como un conjunto de invariantes utilizables en la acción, pero esta definición implica también un conjunto de situaciones que constituyen el referente y un conjunto de esquemas puestos en acción por los sujetos en esas situaciones. De ahí, el triplete (S, R, I) donde, en términos psicológicos, *S* es la realidad y (I, R) la representación que puede ser considerada como dos aspectos interactuantes del pensamiento, el significado (*I*) y el significantes (*R*). (1998, p. 141). Eso implica que para estudiar el desarrollo y uso de un concepto, a lo largo del aprendizaje o de su utilización, es necesario considerar esos tres conjuntos simultáneamente. Por otro lado, un único concepto no se refiere a un sólo tipo de

situación y una única situación no puede ser analizada con un solo concepto. Por todo eso, es necesario hablar de campos conceptuales.

Situaciones

El concepto de situación empleado por Vergnaud, no es el de situación didáctica, sino el de tarea, si bien toda situación compleja puede ser analizada como una combinación de tareas, para las cuales es importante conocer su naturaleza y dificultades propias. La dificultad de una tarea no es ni la suma ni el producto de las dificultades de las diferentes subtareas que contiene, pero es evidente que el desempeño en cada subtarea afecta al desempeño global (1990, p. 146; 1993, p. 9). Como ya se ha dicho, las situaciones son las que dan sentido al concepto; las situaciones son las responsables del sentido atribuido al concepto (Barais & Vergnaud, 1990, p. 78); un concepto se vuelve significativo a través de una variedad de situaciones (1994, p. 46). Pero el sentido no está en las situaciones en sí mismas, así como no está en las palabras ni en los símbolos (1990, p. 158). El sentido es una relación del sujeto con las situaciones y con los significantes. Pero precisamente, son los *esquemas*, esto es, los comportamientos y su organización, evocados en el sujeto por una situación o por un significante (representación simbólica) los que constituyen el sentido de esa situación o de ese significante para el individuo (1990, p. 158; 1993, p. 18).

Esquemas

Vergnaud llama esquema a la *organización invariante del comportamiento para una determinada clase de situaciones* (1990, p. 136; 1993, p. 2; 1994, p. 53; 1996c, p. 201; 1998, p. 168). Según él, es en los esquemas donde se debe investigar los conocimientos-en-acción del sujeto, esto es, los elementos cognitivos que hacen que la acción del sujeto sea operatoria. Esquema es el concepto introducido por Piaget para dar cuenta de las formas de organización tanto de las habilidades sensorio-motoras como de las habilidades intelectuales. Un esquema genera acciones y debe contener reglas, pero no es un estereotipo porque la secuencia de acciones depende de los parámetros de la situación (1994, p. 53). Un esquema es un universal que es eficiente para toda una gama de situaciones y puede generar diferentes secuencias de acción, de recogida de informaciones y control, dependiendo de las características de cada situación particular. No es el comportamiento lo que es invariante, sino la organización del comportamiento (1998, p. 172).

Hay esquemas perceptivo-gestuales como el de contar objetos, o de hacer un gráfico o un diagrama, pero hay también esquemas verbales, como el de hacer un discurso, y esquemas sociales, como el de seducir a otra persona o de negociar un conflicto (ibid.). Algoritmos, por ejemplo, son esquemas, pero no todos los esquemas son algoritmos. Cuando los algoritmos se utilizan repetidamente para tratar las mismas situaciones, se transforman en esquemas ordinarios, o hábitos. (op. cit; p. 176).

Vergnaud considera que los esquemas necesariamente se refieren a situaciones, hasta tal punto que, según él (1996c, p. 203), se debería hablar de *interacción esquema-situación* en vez de *interacción sujeto-objeto* de la que habla Piaget. En consecuencia, el desarrollo cognitivo consiste sobre todo, y principalmente, en el desarrollo de un vasto repertorio de esquemas. La educación, debe contribuir a que el sujeto desarrolle un repertorio amplio y diversificado de esquemas, buscando evitar que esos esquemas se conviertan en estereotipos esclerotizados (ibid.)

Volvamos a la definición: esquema es la organización invariante del comportamiento para una determinada clase de situaciones. Se trata de una definición precisa, pero que

ciertamente necesita de mayores especificaciones para facilitar su comprensión. Aquello que Vergnaud llama *ingredientes de los esquemas* (1990, p. 136, 142; 1994, p. 46; 1996a, pp. 113-114; 1996b, p. 11; 1996c, pp. 201,202-206; 1998, p. 173) suministra tales especificaciones:

1. *metas y anticipaciones* (un esquema se dirige siempre a una clase de situaciones en las cuales el sujeto puede descubrir una posible meta de su actividad y, eventualmente, submetas; puede también esperar ciertos efectos o ciertos eventos);
2. *reglas de acción* del tipo "si ... entonces" que constituyen la parte verdaderamente generadora del esquema, aquella que permite la generación y la continuidad de la secuencia de acciones del sujeto; son reglas de búsqueda de información y control de los resultados de la acción;
3. *invariantes operatorios* (teoremas-en-acción y conceptos-en-acción) que dirigen el reconocimiento, por parte del individuo, de los elementos pertinentes a la situación; son los conocimientos contenidos en los esquemas; son ellos los que constituyen la base, implícita o explícita, que permite obtener la información pertinente y de ella inferir la meta a alcanzar y las reglas de acción adecuadas;
4. *posibilidades de inferencia* (o razonamientos) que permiten "calcular", "aquí y ahora", las reglas y anticipaciones a partir de las informaciones e invariantes operatorios de que dispone el sujeto, o sea, toda la actividad implicada en los otros tres ingredientes requiere cálculos "aquí e inmediatamente" en situación.

En general, todas las conductas comportan una parte automatizada y una parte de decisión consciente. Los esquemas son frecuentemente eficaces, pero no siempre efectivos. Cuando el sujeto usa un esquema ineficaz para una cierta situación, la experiencia le lleva a cambiar de esquema o a modificar el esquema (1990, p. 138). Ahí está la idea piagetiana de que los esquemas están en el centro del proceso de adaptación de las estructuras cognitivas, o sea, en la asimilación y en la acomodación. Con todo, Vergnaud da al concepto de esquema un alcance mucho mayor que el de Piaget e insiste en que los esquemas deben relacionarse con las características de las situaciones a las cuales se aplican.

Conocimientos-en-acción

Hay mucho de implícito en los esquemas. Muchos esquemas pueden ser evocados sucesivamente, e incluso simultáneamente, en una situación nueva para el sujeto (1990, p. 140). Las conductas en una situación concreta, reposan sobre el repertorio inicial de esquemas que el sujeto dispone. Como ya se ha dicho, el desarrollo cognitivo puede ser interpretado como consistiendo, sobre todo, en el desarrollo de un vasto repertorio de esquemas afectando esferas muy distintas de la actividad humana. Desde el punto de vista teórico, el concepto de esquema proporciona el indispensable vínculo entre la conducta y la representación (1996c, p. 202): la relación entre situaciones y esquemas es la fuente primaria de la representación y, por tanto, de la conceptualización (1998, p. 177). Por otro lado, son los invariantes operatorios los que hacen la articulación esencial entre teoría y práctica, pues la percepción, la búsqueda y selección de información, se basan enteramente en el sistema de *conceptos-en-acción* disponibles para el sujeto (objetos, atributos, relaciones, condiciones, circunstancias....) y en los *teoremas-en-acción* subyacentes a su conducta (1996c, p. 202). Las expresiones *concepto-en-acción* y *teorema-en-acción*, designan los conocimientos contenidos en los esquemas. Son también designados, por Vergnaud, por la expresión más global **invariantes operatorios**. **Teorema-en-acción es una proposición considerada como verdadera sobre lo real; concepto-en-acción es una categoría de pensamiento considerada como pertinente** (ibid.).

De los ingredientes de un esquema – metas y anticipaciones, reglas de acción, invariantes operatorios y posibilidades de inferencia – los invariantes operatorios, i.e., los

conocimientos-en-acción (conceptos y teoremas-en-acción) constituyen la base conceptual, implícita o explícita, que permite obtener la información pertinente y, a partir de ella y de la meta a alcanzar, inferir las reglas de acción más pertinentes para abordar una situación (1996c, p. 201).

Los esquemas son fundamentales porque generan acciones, incluyendo operaciones intelectuales, pero pueden generarlas porque contienen invariantes operatorios (teoremas y conceptos-en-acción) que forman el núcleo de la representación.

Con todo, un concepto-en-acción no es un verdadero concepto científico, ni un teorema-en-acción es un verdadero teorema hasta que se hagan explícitos. En la ciencia, conceptos y teoremas son explícitos y se puede discutir su pertinencia y su veracidad, pero ese no es necesariamente el caso de los invariantes operatorios (1990, p. 144). Conceptos y teoremas explícitos no constituyen más que la parte visible del *iceberg* de la conceptualización: sin la parte escondida formada por los invariantes operatorios esa parte visible no sería nada. Recíprocamente, no se puede hablar de invariantes operatorios integrados en los esquemas sin la ayuda de categorías de conocimiento explícito: proposiciones, funciones proposicionales, objetos, argumentos (ibid.). Pero conceptos-en-acción y teoremas-en-acción pueden, progresivamente, llegar a ser verdaderos conceptos y teoremas científicos. El *status* del conocimiento es muy diferente cuando es explicitado en lugar de quedar totalmente inmerso en la acción. El conocimiento explícito puede ser comunicado a otros y discutido, el conocimiento implícito no (1998, p. 175).

Aprendizaje y enseñanza

En general, los alumnos no son capaces de explicar e incluso expresar en lenguaje natural sus teoremas y conceptos-en-acción. En el abordaje de una situación, los datos a ser trabajados y la secuencia de cálculos a ejecutar, dependen de teoremas-en-acción y de la identificación de diferentes tipos de elementos pertinentes. La mayoría de esos conceptos y teoremas-en-acción permanecen totalmente implícitos, pero se pueden explicitar o volverse explícitos y ahí entra la enseñanza: ayudar al alumno a construir conceptos y teoremas explícitos, y científicamente aceptados, a partir del conocimiento implícito. En ese sentido, es que conceptos-en-acción y teoremas-en-acción pueden progresivamente, volverse verdaderos conceptos y teoremas científicos, pero eso puede llevar mucho tiempo.

En la perspectiva de Vergnaud, los profesores son mediadores. Su tarea es la de ayudar a los alumnos a desarrollar su repertorio de esquemas y representaciones (1998, p. 180). Desarrollando nuevos esquemas, los alumnos se vuelven capaces de enfrentar situaciones cada vez más complejas. Nuevos esquemas no pueden ser desarrollados sin nuevos invariantes operatorios. El lenguaje y los símbolos son importantes en ese proceso. Los profesores usan palabras y sentencias para explicar, formular cuestiones, seleccionar informaciones, proponer metas, expectativas, reglas y planes. Sin embargo, su acción mediadora más importante, en la óptica de Vergnaud, es la de proveer situaciones (de aprendizaje) fructíferas a los estudiantes (ibid.). Tales situaciones deben ser cuidadosamente escogidas, ordenadas, diversificadas, presentadas en el momento adecuado y dentro de la zona de desarrollo proximal.

Cabe recordar que, para Vergnaud, el desarrollo cognitivo depende de situaciones y conceptualizaciones específicas para lidiar con ellas. El papel del profesor como mediador, proveedor de situaciones problemáticas fructíferas, estimuladoras de la interacción sujeto-

situación que lleva a la ampliación y la diversificación de sus esquemas, o sea, al desarrollo cognitivo, deja evidente que la teoría de Vergnaud tiene también fuerte influencia vygotskyana.

La Figura 7 es un mapa conceptual para la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud.

Bibliografía

- Franchi, A. (1999). Considerações sobre a teoria dos campos conceituais. In Alcântara Machado, S.D. et al. (1999). *Educação Matemática: uma introdução*. São Paulo: EDUC. pp. 155-195.
- Vergnaud, G. (1982). A classification of cognitive tasks and operations of thought involved in addition and subtraction problems. In Carpenter, T., Moser, J. & Romberg, T. (1982). *Addition and subtraction. A cognitive perspective*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum. pp. 39-59.
- Vergnaud, G. (1983a). Quelques problèmes théoriques de la didactique a propos d'un exemple: les structures additives. *Atelier International d'Eté: Recherche en Didactique de la Physique*. La Londe les Maures, Francia, 26 de junio a 13 de julio.
- Vergnaud, G. (1983b). Multiplicative structures. In Lesh, R. and Landau, M. (Eds.) *Acquisition of mathematics concepts and processes*. New York: Academic Press Inc. pp. 127-174.
- Vergnaud, G. (1987). *Problem solving and concept development in the learning of mathematics*. E.A.R.L.I. Second Meeting. Tübingen.
- Vergnaud, G. (1988). Multiplicative structures. In Hiebert, H. and Behr, M. (Eds.). *Research Agenda in mathematics education. Number concepts and operations in the middle grades*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum. pp. 141-161.
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Récherches en Didactique des Mathématiques*, 10 (23): 133-170.
- Vergnaud, G. (1993). Teoria dos campos conceituais. In Nasser, L. (Ed.). Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro. pp. 1-26.
- Vergnaud, G. (1994). Multiplicative conceptual field: what and why? In Guershon, H. and Confrey, J. (1994). (Eds.). *The development of multiplicative reasoning in the learning of mathematics*. Albany, N.Y.: State University of New York Press. pp. 41-59.
- Vergnaud, G. (1996a). Education: the best part of Piaget's heritage. *Swiss Journal of Psychology*, 55(2/3): 112-118.
- Vergnaud, G. (1996b). A trama dos campos conceituais na construção dos conhecimentos. *Revista do GEMPA*, Porto Alegre, Nº 4: 9-19.
- Vergnaud, G. (1996c). Algunas ideas fundamentales de Piaget en torno a la didáctica. *Perspectivas*, 26(10): 195-207.
- Vergnaud, G. (1997). The nature of mathematical concepts. In Nunes, T. & Bryant, P. (Eds.). *Learning and teaching mathematics, an international perspective*. Hove (East Sussex): Psychology Press Ltd.
- Vergnaud, G. (1998). A comprehensive theory of representation for mathematics education. *Journal of Mathematical Behavior*, 17(2): 167-181.

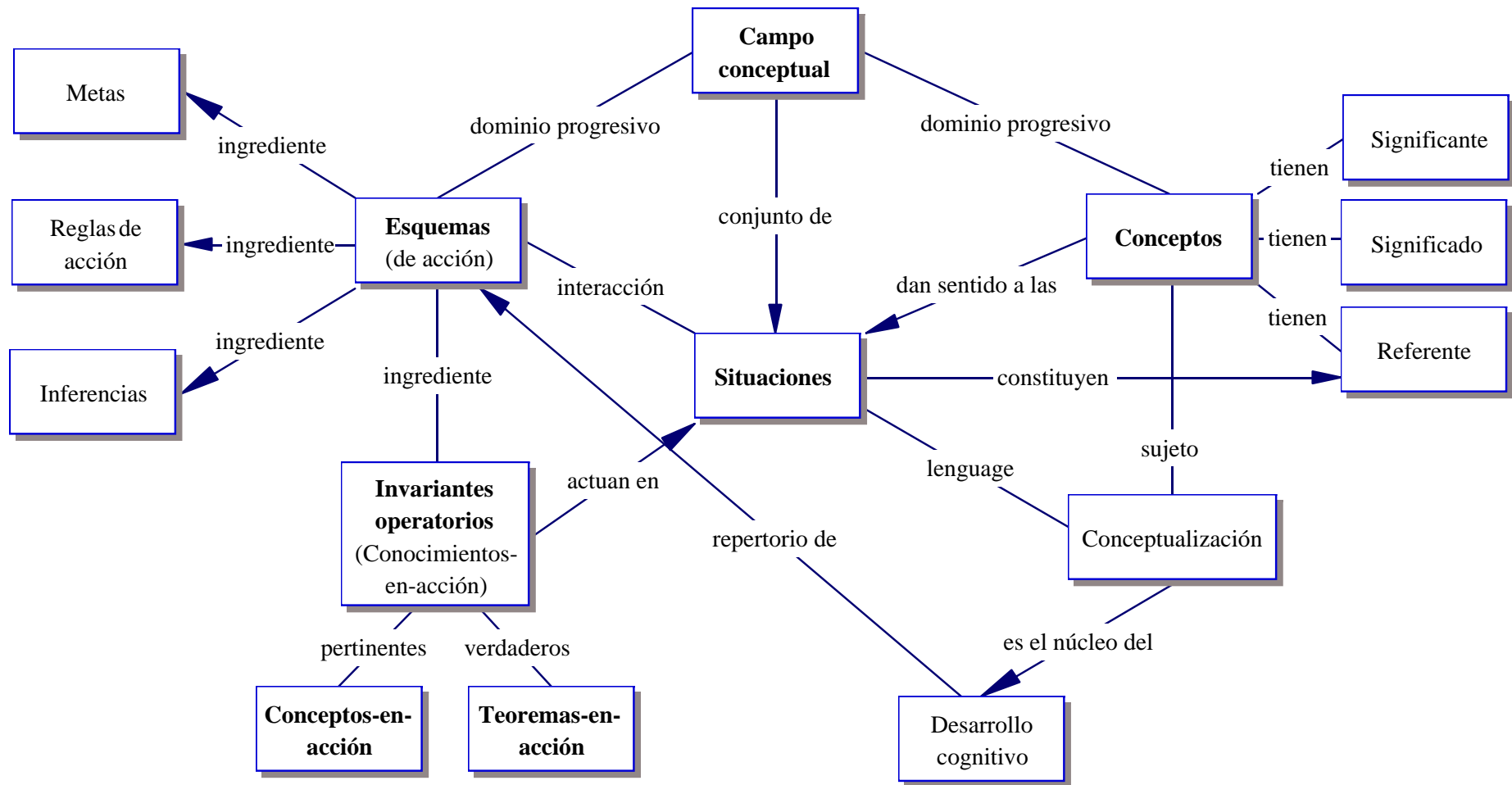


Figura 7: Un mapa conceptual para el constructivismo de Vergnaud. Los conceptos-clave están señalados en negrita.

El Constructivismo de Johnson-Laird

Representaciones

Una **representación** es cualquier notación, signo o conjunto de símbolos que “re-presenta” alguna cosa para nosotros, en ausencia de esa cosa que es, típicamente, algún aspecto del mundo externo o de nuestro mundo interior, o sea, nuestra imaginación (Eisenck y Keane, p. 203). Las representaciones se pueden dividir en externas e internas o mentales. Las **representaciones externas** son cosas del tipo mapas, diagramas, pinturas, manuales, descripciones escritas. En general, hay dos grandes clases de representaciones externas: las que son pictóricas o diagramáticas y las que hacen uso de palabras u otras notaciones simbólicas; o simplemente, representaciones pictóricas y representaciones lingüísticas (op. cit., p. 203).

Las **representaciones internas**, o **representaciones mentales**, como el propio nombre sugiere, son maneras de “re-presentar” internamente el mundo externo. Las personas no captan el mundo exterior directamente, sino que construyen representaciones mentales (i.e., internas) de él.

Las **representaciones mentales** (i.e., internas) también se pueden dividir en dos grandes clases: las **analógicas** y las **proposicionales**. La imagen visual es el ejemplo típico de representación analógica, pero hay otras como las imágenes auditivas, las olfativas, las táctiles, y los modelos mentales. Las **representaciones analógicas** son no-discretas (no-individuales), organizadas a través de reglas débiles de combinación, concretas (representan entidades particulares del mundo exterior) y específicas de la modalidad a través de la cual se recibe la información (Eisenck y Keane, 1990, p. 206).

Las **representaciones proposicionales**, a su vez, son más abstractas; son “tipo-lenguaje”, en el sentido de que captan los conceptos subyacentes a una situación, no porque estén necesariamente constituidas por palabras. Una fórmula matemática, por ejemplo, es una representación proposicional. Las proposiciones son representaciones mentales discretas, organizadas a través de reglas rígidas, abstractas y exclusivamente referenciales: captan el contenido ideacional de la mente independientemente de la modalidad original en que se encontró la información (ibid.).

Desde otra perspectiva, las representaciones mentales pueden ser divididas en **localizadas** y **distribuidas**. Las localizadas son también conocidas como **simbólicas**, aunque esta terminología no es buena porque las representaciones distribuidas también contienen símbolos (op. cit., p. 201). En esa perspectiva, las representaciones simbólicas (localizadas) se subdividen en analógicas y proposicionales, tal como ya se ha dicho anteriormente. Es decir, hasta ahora hemos hablado de representaciones mentales desde el punto de vista tradicional, simbólico, localizado. La idea básica de ese enfoque es el de que la cognición humana es centralmente dependiente de la manipulación de representaciones simbólicas a través de determinadas reglas (op. cit., p. 239). Estas representaciones son analógicas o proposicionales y en ellas la información está “re-presentada”. O sea, la información está “localizada” en entidades simbólicas como proposiciones e imágenes y la cognición humana depende fundamentalmente de la manipulación de esas entidades a través de procesos “tipo-reglas”.

En contraposición a este enfoque, aparece el **conexionismo** que usa modelos computacionales que consisten en redes de unidades “tipo-neurona”. Los modelos conexionistas, al revés de suponer que la información está “representada” en entidades simbólicas, como proposiciones e imágenes, admiten que está, subsimbólicamente, en **representaciones distribuidas** (op. cit., p.239). Las redes conexionistas se pueden usar para representar objetos o eventos de una manera distribuida como padrones de activación de una red dada. Eisenck y Keane (1990, p. 241) usan el ejemplo de una rosa para ilustrar la diferencia entre representaciones

simbólicas y distribuidas: en el primer caso, la hipótesis es la de que la visión y el perfume de una rosa pueden ser “re-presentados” por una imagen y/o por un símbolo (en este caso, ROSA); en el segundo, la información está almacenada no en símbolos que, explícitamente, “re-presentan” la rosa, sino en las intensidades de las conexiones entre unidades “tipo-neurona” que permitirán “re-crear” la rosa o el perfume. Es decir, en esa óptica, no se almacena la imagen de una rosa o su nombre, ni su perfume; lo que queda “almacenado” son las intensidades de determinadas conexiones entre unidades “tipo-neurona”. Cuando se activan tales conexiones en ciertas intensidades, la imagen de la rosa y su perfume son “re-creados”, o “re-presentados”. Eso es lo que significa padrón de activación, o matriz de activación.

Una manera de compatibilizar estos dos enfoques con las representaciones mentales es considerar el simbólico como caracterizando la macro-estructura de la representación cognitiva y el conexionista como caracterizando la micro-estructura de esa representación. Para algunos teóricos del área, las representaciones distribuidas son representaciones simbólicas en un nivel detallado.

Como ya se indicó anteriormente, las **representaciones simbólicas** se pueden dividir en dos grandes tipos: **analógicas** y **proposicionales**. Con todo, hay controversias incluso sobre si tal distinción existe, pues algunos teóricos de la Psicología Cognitiva argumentan que las imágenes no son un tipo especial, separado, de representaciones mentales. Para ellos, las imágenes pueden ser reducidas a representaciones proposicionales. Este es un tema actual y polémico en la Psicología Cognitiva que no se abordará en este texto. Por el contrario, será usado como puente para llegar a una breve descripción de la Teoría de los Modelos Mentales.

Modelos mentales

Johnson-Laird (1983) propone un tercer constructo representacional que son los **modelos mentales**. Para él, un modelo mental es una representación que puede ser totalmente analógica, o parcialmente analógica y parcialmente proposicional, que es distinta de una imagen, sin embargo, relacionada con ella (Eisenck y Keane, 1990, p. 235). Johnson-Laird distingue entre tres tipos de constructos representacionales: **modelos mentales**, **imágenes** y **proposiciones** (Sternberg, 2006, p. 255). Considera que los modelos mentales y las imágenes son representaciones de alto nivel, esenciales para comprender la cognición humana. Sin embargo, en último análisis, el procesamiento mental se hace a través de algún código proposicional, inclusive para imágenes y modelos mentales; para entender la cognición humana es importante estudiar cómo las personas usan estas representaciones de alto nivel. Él compara las imágenes y modelos mentales con los lenguajes de programación de alto nivel como BASIC, PASCAL y otros. En última instancia, el computador trabaja con ceros y unos y “entiende” lenguajes de máquina, pero los programadores pueden trabajar mucho más fácilmente con lenguajes de alto nivel que pueden ser traducidos en lenguaje de máquina compilados. Análogamente las imágenes y los modelos mentales liberan a la cognición humana de operar directamente con algún código proposicional básico que correspondería al lenguaje de máquina de los computadores.

Modelos mentales son, entonces, análogos estructurales del mundo. Los seres humanos entienden el mundo construyendo modelos mentales (i.e., modelos de trabajo, modelos que predicen y explican eventos) del mismo en sus mentes. Entender un evento es saber cómo es causado, qué resulta de él, cómo provocarlo, influenciarlo, evitarlo. En el lenguaje de Johnson-Laird, es tener un modelo de trabajo, un análogo estructural mental de ese evento.

Proposiciones y modelos mentales

Como ya fué dicho en el inicio, las representaciones proposicionales son de tipo lenguaje, no porque estén necesariamente constituidas por palabras, sino porque captan los conceptos

subyacentes a una situación; captan el contenido ideacional de la mente independientemente de la modalidad original en que se encontró la información.

Es preciso, por tanto, tener cuidado con la expresión “tipo lenguaje” y no pensar las proposiciones simplemente como frases en la lengua que hablamos. Desde el punto de vista de la Psicología Cognitiva, una representación proposicional se considera como una expresión en un lenguaje mental, que podríamos llamar “mentalés”. Aunque no conozcamos la sintaxis y la semántica del “mentalés” es conveniente considerar que la mente trabaja con un lenguaje propio, independiente de los lenguajes que nos son familiares.

Eso significa que la proposición “La fuerza neta que actúa sobre un cuerpo le imprime una aceleración en la dirección de la fuerza y tiene una intensidad inversamente proporcional a la masa del cuerpo”, que conocemos como segunda ley de Newton, y que puede ser enunciada en portugués o en otra lengua cualquiera, o a través de una ecuación como $\mathbf{a} = \mathbf{F}/m$, está expresada en la mente en un lenguaje que no depende del lenguaje que usamos para comunicarnos, de la Matemática y de cualquier otro sistema de signos. No obstante, sería muy difícil, casi imposible, hacer una ciencia objetiva de la mente si no fuese así.

Una característica importante de las **proposiciones**, en la óptica de Johnson-Laird, es que **generalmente son indeterminadas**, tal como las representaciones lingüísticas. La elección de la estructura sintáctica de las representaciones mentales proposicionales, no está gobernada por ninguna consideración lógica o analógica (Johnson-Laird, 1987, p. 209). Por ejemplo, la descripción verbal (de una representación mental proposicional) “El cuadro está en la pared” es verdadera si el cuadro estuviese dado la vuelta, de cabeza para abajo, cerca del suelo, etc..

Contrariamente a las proposiciones, los **modelos mentales son analógicos, determinados y concretos** (en el sentido de que representan entidades específicas del mundo exterior). Pueden incluir varios grados de estructura analógica; en algunos casos, pueden ser espacialmente analógicos al mundo exterior, en el sentido de que son tridimensionales o bidimensionales; en otros, pueden representar analógicamente la dinámica de una secuencia de eventos.

Por tanto, un modelo mental de la proposición “El cuadro está en la pared”, probablemente, se referirá a un cuadro específico, no dado la vuelta, no cabeza abajo y en una posición particular en la pared. Los modelos mentales se vuelven determinados a través de una serie de inferencias y entendimientos de parte de quien los construye. Si proposiciones adicionales contradicen el modelo, él puede ser revisado.

De la misma forma, es probable que alguien que entendiese la segunda ley de Newton formase un modelo mental en el cual un móvil específico estuviese siendo acelerado por una determinada fuerza en una cierta dirección.

Proposiciones y modelos mentales son, por tanto, representaciones mentales cuyas características básicas son dicotómicas (indeterminadas x determinadas, arbitrarias x analógicas, abstractas x concretas). Serían, entonces, incompatibles o excluyentes? Para Johnson-Laird no, pues, para él, una representación proposicional es una descripción que, en último análisis, es verdadera o no en relación al mundo. Como los seres humanos **no** aprehenden el mundo directamente, sino que tienen solamente una representación interiorizada de él, por consiguiente, una proposición es verdadera o falsa en relación a un modelo mental del mundo (ibid.). Eso quiere decir que, para él, la semántica, o sea, la parte del significado, del lenguaje mental remite representaciones proposicionales a modelos mentales de mundos reales o imaginarios.

Imágenes y modelos mentales

En una sección anterior, se mencionó, brevemente, que para algunos teóricos de la Psicología Cognitiva las imágenes no constituyen un tipo separado de representación mental, pues pueden ser reducidas a representaciones proposicionales. Estos serían los "proposicionalistas" mientras los que creen que las imágenes son un tipo distinto de representación mental podrían ser llamados "imaginistas". Johnson-Laird está, en cierta forma, entre los últimos. Para él, las imágenes corresponden a **vistas** de los modelos, esto es, **son modelos mentales vistos desde una cierta perspectiva** (op. cit., p. 157). Por tanto, las imágenes, así como los modelos, son determinadas, analógicas y concretas: como resultado de percepción o imaginación, representan aspectos perceptibles de objetos o eventos del mundo real.

Imágenes y modelos mentales parecen la misma cosa, pero no son. La diferencial crucial está en considerar las imágenes como vistas, perspectivas, particulares de modelos. Por ejemplo, podemos tener un modelo mental de cuadro, pero no conseguimos imaginar un cuadro en general, siempre formamos la imagen de un cuadro específico. Podemos construir infinitas imágenes de cuadros, pero nunca un cuadro en general, pues el que tenemos construido es un modelo mental de cuadro.

Enseñanza y aprendizaje

El núcleo duro de la teoría de Johnson-Laird es la idea de modelo mental. Para él, modelo mental es una representación de alto nivel que está en el núcleo psicológico de la comprensión. Comprender alguna cosa implica tener un modelo mental, un "modelo de trabajo", de esa cosa. Los seres humanos no captan el mundo directamente, sino que hacen representaciones mentales del mundo, y para Johnson-Laird, los **modelos mentales** son las representaciones básicas para la comprensión del mundo, pues, las **proposiciones** son interpretadas a la luz de los modelos y las **imágenes** son proyecciones particulares de los modelos.

Los modelos mentales se pueden construir a través de la percepción, a través del discurso o de la concepción. Tales modelos son análogos estructurales del mundo, es decir, tienen la misma estructura de los objetos o eventos que representan. Pero un modelo mental se puede también construir a partir de un conjunto de aserciones sobre objetos o eventos. Recíprocamente, la comprensión del discurso, implica la construcción de un modelo mental.

Los modelos mentales no precisan ser completos, lógicos o "correctos"; pueden ser permanentemente revisados. Hay varios tipos de modelos mentales y su construcción tiene una serie de restricciones, implícitas en unos "principios" sugeridos por Johnson-Laird.

La idea de modelos mentales como representaciones de alto nivel, indispensables para la comprensión, tiene profundas implicaciones instruccionales pues, en esa óptica, aprender es construir modelos mentales de lo que está siendo enseñado y enseñar es facilitar la construcción y revisión de modelos mentales. Es decir, el profesor enseña modelos conceptuales -- que son representaciones precisas, consistentes y completas de estados de cosas del mundo, proyectadas para facilitar su entendimiento y enseñanza -- y espera que el alumno construya modelos mentales consistentes con esos modelos conceptuales. Los modelos conceptuales son instrumentales: la mente humana opera sólo con modelos mentales, pero los modelos conceptuales pueden ayudar en la construcción de modelos mentales que explican y predicen consistentemente con el conocimiento aceptado en una cierta área. Naturalmente, los modelos mentales que los alumnos traen para una situación instruccional influyen en la enseñanza y el aprendizaje y, por tanto, los debería tener en cuenta el profesor. ¿Cómo hacer todo esto? El primer paso a dar es conocer un poco de la teoría de Johnson-Laird y precisamente hasta ahí va el presente texto.

La Figura 8 presenta un mapa conceptual para representaciones y modelos mentales, destacando éstos, entre otros varios tipos de representación.

Bibliografía

Eisenck, M.W. and Keane, M.T. (1990). *Cognitive psychology: a student's handbook*. Hove, U. K: Lawrence Erlbaum. 557 p.

Johnson-Laird, P.N. (1987). Modelos mentales en ciencia cognitiva. In Norman, D.A. *Perspectivas de la ciencia cognitiva*. Barcelona: Paidós. pp. 179-231.

Johnson-Laird, P.N. (1989). Mental models. In Posner, Michael I. (Ed.) *Foundations of cognitive science*. Cambridge, MA: The MIT Press. pp. 469-449.

Johnson-Laird, P.N. (1983) *Mental models*. Cambridge, MA: Harvard University Press. 513 p.

Moreira, M.A. (1996). Modelos mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(3): 193-232.

Sternberg, R.J. (2006). *Cognitive psychology*. 4th ed. Belmont, CA: Thomson Wadsworth. 593 p.

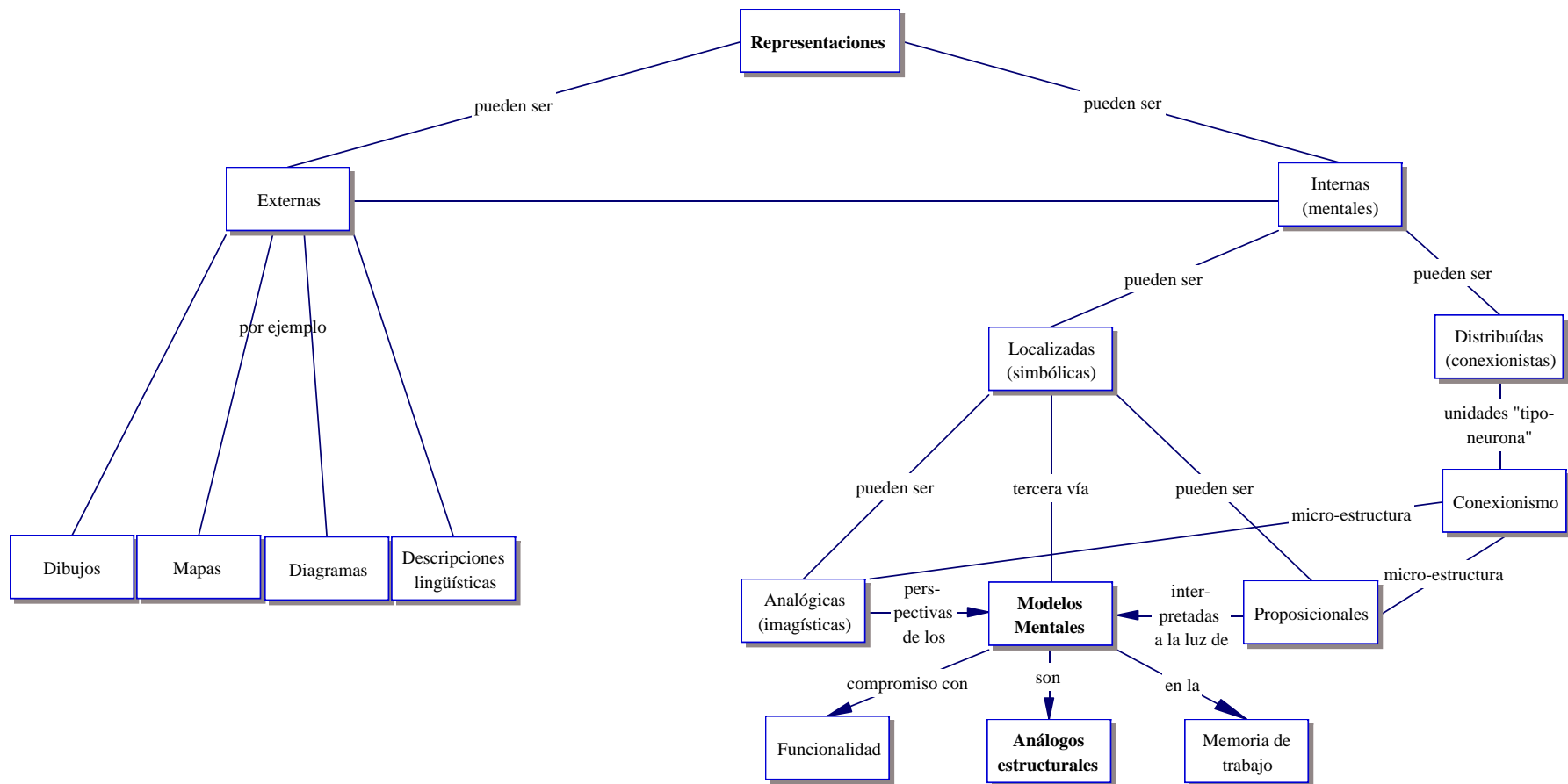


Figura 8: Un mapa conceptual para representaciones y modelos mentales. Los modelos mentales de Johnson-Laird son propuestos como una tercera vía entre las representaciones analógicas (imagísticas) y las proposicionales.

El Cambio Conceptual

En los años setenta del siglo pasado se hicieron muchos estudios sobre las llamadas “concepciones alternativas” de los alumnos, particularmente en el área de ciencias. Tales estudios confirmaron que los estudiantes llegan a las aulas con ideas previas, con “modelos”, “teorías”, en fin, concepciones sobre como funciona el mundo en que viven. Por ejemplo, muchos creen que la luz sale de los objetos, que el calor es un fluido invisible, que en el verano la Tierra está más cerca del Sol y en el invierno más lejos. En Biología también los alumnos llegan a la escuela con modelos alternativos sobre la digestión, la reproducción, la respiración y así en adelante. Análogamente, en Química y en otras disciplinas los aprendices construyen concepciones alternativas.

Tales concepciones son llamadas alternativas porque están en desacuerdo con el conocimiento científicamente aceptado. Sus significados no son compartidos por la comunidad científica, por los profesores de ciencias y por las personas educadas científicamente.

Seguramente eso ocurre, en mayor o menor escala, en cualquier campo de conocimiento, científico o no. El problema es que es justamente ese conocimiento que el aprendiz va a usar para dar significados a nuevos conocimientos. Son aprendizajes significativos (aunque no aceptados en el contexto de la materia de enseñanza) que servirán de subsunores para nuevos aprendizajes. Aceptando la premisa que el conocimiento previo es, aisladamente, la variable que más influye en el aprendizaje, tenemos ahí un problema serio: es preciso cambiar tales conocimientos previos. Ignorarlos no resuelve el problema porque ellos continuarán actuantes en la estructura cognitiva de quien aprende. Es preciso promover lo que se acordó llamar *cambio conceptual*.

Modelos de cambio conceptual

A pesar de que el cambio que interesaba a Piaget era estructural (o sea, de las estructuras generales de pensamiento), no conceptual, es precisamente en la teoría piagetiana, en especial en la idea de acomodación, donde se puede encontrar un primer modelo explicativo de cambio conceptual.

El modelo de conflicto cognitivo

Cuando los esquemas de asimilación del sujeto no dan cuenta de nuevas situaciones hay un conflicto cognitivo que puede llevar a una equilibración mayorante (construcción de nuevos esquemas) o a una equilibración minorante (abandono de la tarea). Cuando el conflicto cognitivo se resuelve a través de la construcción de nuevos esquemas, o reformulación de esquemas existentes, hay una acomodación cognitiva. Es ese el núcleo del desarrollo cognitivo en la óptica piagetiana.

Entonces, para que el alumno construya concepciones aceptadas en el contexto de la materia de enseñanza bastaría, en principio, provocarle un conflicto cognitivo adecuado (o sea, que no generase una disonancia cognitiva tan grande que le llevase a abandonar la tarea) en relación a sus concepciones alternativas. El resultado de la acomodación sería un cambio conceptual. El profesor debería proponer al alumno situaciones que sus concepciones alternativas no resolviesen y, subsiguientemente, ayudarle a acomodar, esto es, a construir concepciones aceptadas contextualmente.

³ Extraído del trabajo *Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo*, de M.A. Moreira e I.M. Greca, publicado en *Ciência & Educação*, vol. 9, n. 2, p. 301-315, 2003.

Con todo, la práctica y las investigaciones mostraron que el conflicto cognitivo, por más crucial que sea, no es suficiente para rechazar definitivamente una concepción alternativa. Probablemente, ese modelo (el del conflicto cognitivo) de cambio conceptual resultó de una interpretación simplista de la acomodación piagetiana. La acomodación cognitiva es mucho más compleja que la simple sustitución de un esquema de asimilación (alternativo) por otro (científicamente aceptado). Además de eso, esquema de asimilación no es lo mismo que concepto y el cambio piagetiano es estructural, relativo a operaciones cognitivas cualitativamente distintas, no conceptual, referente a conceptos específicos.

Ese modelo recuerda mucho a la lógica falsacionista de Karl Popper (1987): las teorías científicas son conjeturas refutables por experimentos cruciales. Con todo, otros filósofos de la ciencia argumentan que el abandono de una teoría en favor de otra no es un proceso tan lógico; hay otros mecanismos explicativos para el rechazo de teorías científicas.

Así como los científicos proponen hipótesis auxiliares para no rechazar de inmediato las teorías, los alumnos pueden siempre proponer hipótesis *ad hoc* para “salvar” sus teorías implícitas, o pueden construir nuevas concepciones sin abandonar las alternativas.

El modelo del cambio de paradigmas

Más próximo de las visiones filosóficas de la ciencia de Thomas Kuhn (1978) e Imre Lakatos (1989) que de la de Karl Popper, George Posner, Kenneth Strike y otros (1982) propusieron un modelo de cambio conceptual que se popularizó en la década de los ochenta.

De acuerdo con ese modelo, a pesar de que existen varias condiciones para el cambio conceptual, hay cuatro que parecen ser comunes en la mayoría de los casos (op.cit., p.214):

1. *Debe existir una insatisfacción con las concepciones existentes.* Es poco probable que los alumnos cambien sus concepciones a menos que perciban que pequeños cambios no funcionan más.

2. *Una nueva concepción debe ser inteligible.* El sujeto debe ser capaz de entender la nueva concepción lo suficiente para explorar sus posibilidades.

3. *Una nueva concepción debe aparecer inicialmente plausible.* Cualquier nueva concepción debe parecer tener la capacidad de resolver los problemas generados por sus predecesoras.

4. *Una nueva concepción debe sugerir la posibilidad de un programa de investigación fructífero.* La nueva concepción debe tener el potencial de ser extendida a otras situaciones, de abrir nuevas posibilidades.

Resumiendo, según este modelo, hay condiciones para el cambio conceptual cuando existe insatisfacción con la concepción que el sujeto tiene y cuando él o ella se encuentra con una nueva concepción (aceptada en el contexto de la materia de enseñanza) que entiende y que le parece plausible y fructífera. Esas cuatro condiciones son las mismas que las que Thomas Kuhn propuso para el cambio de paradigmas en la ciencia. En épocas de ciencia normal, los científicos trabajan dentro de un paradigma. Cuando hay mucha insatisfacción con ese paradigma y aparece otro inteligible, plausible y fructífero hay condiciones para un cambio de paradigma (una revolución científica, según él), la cual es seguida por un nuevo periodo de ciencia normal.

El modelo de Posner generó un gran número de investigaciones, particularmente en el área de enseñanza de las ciencias, en la década de los ochenta, hasta el punto que se pudo llamar “la década del cambio conceptual” en la investigación en esa área.

Sin embargo, los resultados no confirmaron el modelo. Incluso cuando se satisfacían las cuatro condiciones, los alumnos, de modo general, no sustituían sus concepciones alternativas por las concepciones científicas. De hecho, esa interpretación sustitutiva es lo que llevó al fracaso del modelo, el cual, después del gran éxito inicial, comenzó a ser bastante criticado.

Aproximadamente diez años después de la propuesta original, Strike y Posner (1992) propusieron una revisión de su modelo de cambio conceptual (p. 156-161):

1. En la formulación original hablaban frecuentemente como si las concepciones alternativas fuesen claramente articuladas y expresadas, así como simbólicamente representadas. Ahora, tal suposición ya no les parecía obvia.

2. En el modelo inicial consideraban las concepciones alternativas como *afectadas* por la ecología conceptual (artefactos cognitivos como anomalías, metáforas, creencias epistemológicas, creencias metafísicas, conocimientos de otras áreas y concepciones rivales) del aprendiz. Ahora les parecía que las concepciones alternativas son *parte* de esa ecología, en constante interacción con otras partes y en desarrollo.

3. Una tercera dificultad con el modelo original era la de suponer que el cambio conceptual era básicamente racional. Ahora pensaban que tal suposición subestimaba muchos otros factores cognitivos y afectivos involucrados en el cambio conceptual.

En razón de esa autocrítica esos autores argumentaron (op. cit., p. 162) que el cambio conceptual debería ser encarado desde una perspectiva *desenvolvimentista e interaccionista* de la ecología conceptual del aprendiz.

El modelo de la evolución conceptual y de la progresividad

Para Stephen Toulmin (1977), otro conocido filósofo de la ciencia, en vez de un enfoque “revolucionario” que se proponga explicar cómo “sistemas conceptuales” enteros suceden unos a otros en el desarrollo de la ciencia, considera necesaria una explicación evolutiva que muestre cómo se transforman progresivamente las “poblaciones conceptuales” (p.113).

En vez de especular sobre una dirección universal e irreversible del desarrollo conceptual en la ciencia, Toulmin argumenta que el proceso de la “variación y perpetuación selectiva” ayuda a explicar las transformaciones de las poblaciones conceptuales existentes en las disciplinas científicas. La evolución conceptual es, para Toulmin, análoga a la evolución de las especies orgánicas. Distintos conceptos y teorías son traducidos en una ciencia independientemente, en momento diferente y para propósitos distintos. Si sobreviven a lo largo del tiempo es porque aún sirven para sus funciones o porque han adquirido otras funciones.

Análogamente, el cambio conceptual en el aprendiz podría ser pensado como poblaciones conceptuales en evolución. Concepciones alternativas construidas por el sujeto en su interacción con el mundo y concepciones científicas que recibe (en el sentido del aprendizaje receptivo de Ausubel) en la enseñanza formal, aún parcialmente significativas y parcialmente mecánicas, formarían parte de poblaciones conceptuales individuales (en el sentido y que son apropiaciones del individuo) en evolución.

Con todo, es preciso tener en cuenta que:

La rapidez relativa del cambio conceptual en las disciplinas científicas depende de la existencia de foros de competencia profesional especializados y protegidos, los cuales no tienen ninguna contrapartida obvia en el caso del cambio conceptual cotidiano, de modo que hay buenas razones para esperar que los conceptos cotidianos cambien más lentamente que los conceptos especializados de las ciencias de la naturaleza profesionalizadas (op. cit., p.147).

Esta observación explica, al menos en parte, por qué las concepciones alternativas cambian tan lentamente: el conocimiento cotidiano es resistente al cambio porque está protegido contra los efectos de la innovación y selección crítica, al mismo tiempo que circula sin restricciones una vez que su función no es especializada (Porlán y Harres, 2002, p. 78)

El carácter lento y progresivo del cambio conceptual en el ser que aprende es también destacado por Gérard Vergnaud (1998) en su teoría de los campos conceptuales: para él, pueden pasar varios años hasta que un aprendiz domine un campo conceptual – o tal vez, una población conceptual, en términos toulminianos – lo que implicaría dominar progresivamente situaciones de ese campo. O sea, la conceptualización dependería de la aptitud de los conceptos, en construcción, para resolver situaciones del campo conceptual correspondiente. Una perspectiva evolucionista y lenta.

Enseñanza y aprendizaje

El conocimiento previo tiene una enorme influencia en el aprendizaje de nuevos conocimientos. Para David Ausubel (2000), si fuese posible aislar una variable como la más influyente en la adquisición de nuevos conocimientos, esa variable sería el conocimiento previo, y éste contiene concepciones alternativas.

Esas concepciones son aprendizajes significativos y, por tanto, “inapagables” de la estructura cognitiva, en el sentido de que sus significados, aunque obliterados, estarán siempre presentes en algún subsunor. Además de eso, las concepciones alternativas “funcionan” en lo cotidiano, son reforzadas en el lenguaje cotidiano.

Por todo eso, es inútil simplemente intentar sustituirlas en la estructura cognitiva del aprendiz. Los enfoques iniciales de los modelos del conflicto cognitivo y del cambio de paradigmas no dieron los resultados esperados, no llevaron al cambio conceptual. La investigación en enseñanza de las ciencias no dejó dudas de que tales abordajes no eran adecuados.

La perspectiva evolucionista parece tener un potencial mucho mayor. El dominio de cualquier campo conceptual es lento y progresivo. De la misma forma, el cambio conceptual – aquel que hace referencia a las concepciones alternativas, a conocimientos estables, enraizados y funcionales, sin embargo, no compartidos en el contexto de la materia de enseñanza – es evolutivo, progresivo, lento no sustitutivo, no abrupto. Vergnaud (op.cit.) sugiere que las concepciones alternativas deben ser utilizadas como precursoras del conocimiento científico. Eso debe ser el caso en muchas situaciones. En otras, como proponen Moreira y Greca (2004) esas concepciones funcionan como obstáculos representacionales mentales y, por tanto, deben ser evitadas, no usadas, “desaprendidas”. En fin, desde el punto de vista de la enseñanza, el cambio conceptual es un problema sin resolver. Lo que sabemos es que no funcionan soluciones simplistas.

El cambio conceptual fue elegido como tema de este último texto de la línea constructivista porque puede ser interpretado en términos de esquemas, significados, subsunores, invariantes operatorios y modelos mentales, o sea, en términos de constructos

propuestos en las teorías constructivistas enfocadas en los textos anteriores. Los principales modelos de cambio conceptual están mapeados en la Figura 9.

Bibliografía

Popper, K.R. (1987). *O realismo e o objetivo da ciência*. Lisboa: D. Quixote.

Porlán, R. e Harres, J.B. (2000). A epistemologia evolucionista de Stephen Toulmin e o ensino de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, vol.19 (número especial): 70-83.

Posner, G., Strike, K., Hewson, P., and Gertzog, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, vol.66: 211-227.

Strike, K.A. and Posner, G. (1992). A revisionist theory of conceptual change. In Duschl, R. & Hamilton, R. (Eds.) *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice*. Albany, NY: SUNY Press. p. 147-176.

Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana – Volumen I: El uso colectivo y la evolución de conceptos*. Madrid: Alianza.

Kuhn, T.S. (1978). *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva.

Lakatos, I. (1989). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza.

Vergnaud, G. (1998). A comprehensive theory of representation for mathematics education. *Journal of Mathematical Behavior*, vol. 17: 167-181.

Ausubel, D.P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Moreira, M.A. y Greca, I.M (2004). Obstáculos representacionales mentales en el aprendizaje de conceptos cuánticos. In Moreira, M. e Greca, I.M. (2004). *Sobre cambio conceptual, obstáculos representacionales, modelos mentales, esquemas de asimilación y campos conceptuales*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS.

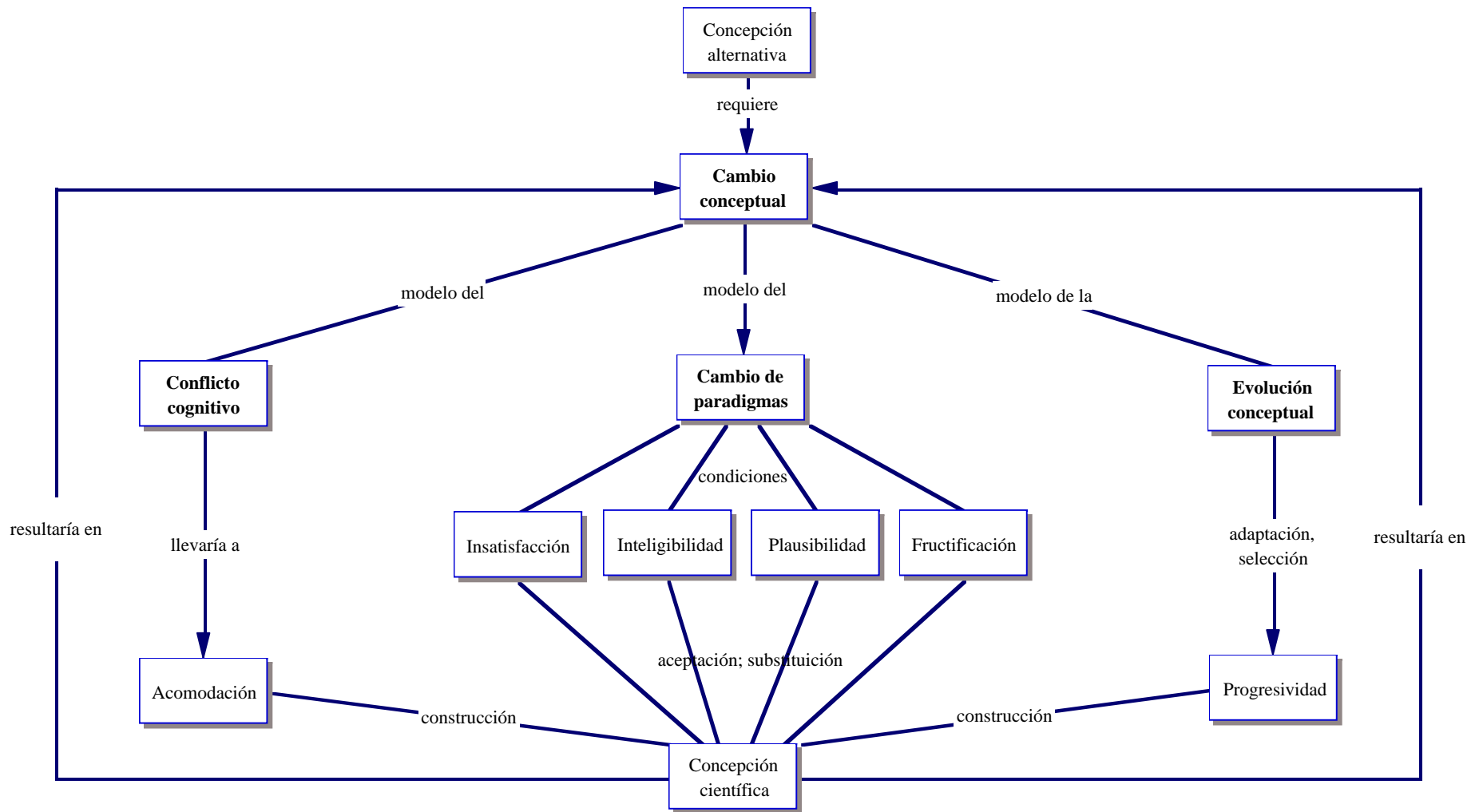


Figura 9: Un mapa conceptual para el cambio conceptual, destacando los modelos más conocidos y sus orígenes (la acomodación de Piaget, el cambio de paradigmas de Kuhn y la progresividad de Toulmin).

El Humanismo

Comportamentalismo, cognitivismo (constructivismo) y humanismo son filosofías subyacentes a las llamadas “teorías de aprendizaje”. Mientras el comportamentalismo (o behaviorismo, o conductismo) se ocupa exclusivamente de comportamientos observables y medibles del sujeto y el cognitivismo enfatiza la cognición, el acto de conocer, o cómo el sujeto conoce el mundo, el humanismo primordialmente ve a la persona, como un todo, como integración e inseparabilidad de pensamientos, sentimientos y acciones.

Este texto estará dedicado, exclusivamente, a la línea humanista, particularmente en las perspectivas de Rogers, Novak, Gowin y Freire.

El abordaje rogeriano

Carl Rogers (1969) es un “humanista por excelencia”. Él cree que las personas tienen dentro de sí la capacidad de descubrir lo que las está haciendo infelices y de provocar cambios en sus vidas, pero esta capacidad puede estar latente. En este caso, la función del terapeuta es la de ayudar a la persona a movilizar sus tendencias intrínsecas en la dirección de la comprensión de sí misma y al crecimiento personal. Está ahí el foco de su terapia centrada en el cliente (no en el paciente) que él extrapola a una enseñanza centrada en el alumno, para lo cual propone una serie de principios de aprendizaje, en lugar de una teoría de aprendizaje (Rogers, 1969, pp.157-63):

- Los seres humanos tienen una potencialidad natural para aprender.
- El aprendizaje significativo (penetrante, por la persona entera, no se limita al aumento de conocimiento) ocurre cuando la materia de enseñanza es percibida por el alumno como relevante para sus propios objetivos.
- El aprendizaje que envuelve cambio en la organización del yo – en la percepción de sí mismo – es amenazador y tiende a suscitar resistencia.
- Los aprendizajes que amenazan el yo son más fácilmente percibidos y asimilados cuando las amenazas externas se reducen a un mínimo.
- El aprendizaje se facilita cuando el alumno participa responsablemente en el proceso de aprendizaje.
- El aprendizaje auto-iniciado que envuelve la persona del aprendiz como un todo – sentimientos e intelecto – es más duradero y abarcante.
- La independencia, la creatividad y la auto-confianza son todas facilitadas, cuando la auto-crítica y la auto-evaluación son básicas y la evaluación hecha por otros es secundaria.
- El aprendizaje socialmente más útil, en el mundo moderno, es el propio proceso de aprender, darse cuenta del propio proceso de aprender, una continua apertura a la experiencia y a la incorporación, dentro de sí mismo, del proceso de cambio.

Para Rogers, la persona educada es aquella que aprendió a aprender, que aprendió a adaptarse y cambiar, que aprendió que ningún conocimiento es seguro y que sólo el proceso de búsqueda del conocimiento provee base para la seguridad.

El profesor es, entonces, el facilitador de ese aprendizaje, pero eso no significa enseñanza en el sentido usual. Para él, la facilitación del aprendizaje auto-iniciado, significativa, experiencia visceral, por la persona entera, depende mucho más de ciertas cualidades actitudinales que existen en la relación interpersonal entre facilitador y aprendiz que de aquello que usualmente llamamos enseñanza (aulas, materiales, recursos didácticos, planificación curricular) o de la erudición del profesor, aunque eso sea importante.

Las cualidades a las cuales se refiere son: **autenticidad** (el profesor es una *persona* con sus alumnos, no un mecanismo a través del cual se transmite el conocimiento); **apreciar, aceptar, confiar** (aceptar los sentimientos personales del estudiante y valorarlos como ser humano imperfecto, dotado de potencialidades; creer que el alumno es una persona digna de confianza, merecedora de buscar, experimentar y descubrir aquello que le engrandece el yo; tener estima por el aprendiz); **comprensión empática** (hace que el alumno se sienta comprendido, al revés de juzgado o evaluado; permite al profesor percibir como los procesos de educación y aprendizaje asemejan al *alumno; es una actitud de colocarse en el lugar del estudiante*).

El abordaje rogeriano implica que la enseñanza esté centrada en el alumno, que el ambiente de la sala de clases tenga al estudiante como centro; implica confiar en la potencialidad del alumno para aprender, en dejarlo libre para aprender, elegir sus caminos, sus problemas, sus aprendizajes. Lo importante no es aprender ciertos contenidos, sino la auto-realización y el aprender a aprender.

La teoría de educación de Novak

Joseph D. Novak (1981) es muy conocido por haber sido colaborador de David Ausubel y, prácticamente, coautor de la teoría del aprendizaje significativo (Moreira, 1999). Él tiene, sin embargo, una propuesta, que llama teoría de educación, de la cual la teoría de aprendizaje significativo sería parte integrante.

Considerando que la educación es el conjunto de experiencias (cognitivas, afectivas y psicomotoras) que contribuyen al engrandecimiento del ser humano, su propuesta es la de que:

El aprendizaje significativo subyace a la integración constructiva entre pensamientos, sentimientos y acciones que conduce al engrandecimiento humano.

O sea, *los seres humanos piensan, sienten y actúan* (hacen cosas) *integradamente*, pero esa integración puede ser positiva, negativa o situarse en alguna posición intermedia en ese continuo. Para Novak, el aprendizaje significativo subyace a la integración positiva, constructiva, engrandecedora, del pensar, sentir y actuar.

Cualquier evento educativo es, para él, una *acción* para intercambiar *significados* (pensar) y sentimientos entre el aprendiz y el profesor. Quiere decir, un evento educativo está siempre acompañado de experiencias afectivas.

Cabe recordar que una de las condiciones para el aprendizaje significativo es que el aprendiz presente una predisposición para el aprendizaje (la otra es que el material de

aprendizaje sea potencialmente significativo). Esta predisposición está muy relacionada con la experiencia afectiva que el aprendiz tiene en el evento educativo.

La teoría de Novak es la de que la experiencia afectiva es positiva, constructiva, enriquecedora, cuando el aprendiz tiene la sensación de comprensión, cuando atribuye significados al material de aprendizaje; recíprocamente, la experiencia afectiva es negativa, amenazadora, genera sentimientos de inadecuación, cuando el aprendiz no siente que está aprendiendo significativamente. Predisposición para aprender y aprendizaje significativo guardan entre sí una relación de interdependencia: aprendizaje significativo depende de predisposición para aprender y ésta depende de aprendizaje significativo. Cuanto más el sujeto aprende de manera significativa más se predispone a aprender.

El modelo de Gowin

D.B.Gowin (1981) es muy conocido por un instrumento heurístico conocido como *Ve de Gowin*, pero también tiene una teoría de educación presentada en la obra *Educating* (1981), en la cual hay un modelo de connotaciones humanísticas.

Para él, un episodio de enseñanza-aprendizaje se caracteriza por el compartir significados, entre alumno y profesor, respecto a conocimientos vehiculados por materiales educativos del currículo. Se trata de una relación triádica entre *profesor, materiales educativos y alumno*, cuyo producto es compartir significados.

Para Gowin, la enseñanza se consume cuando el significado del material captado por el alumno es el significado que el profesor pretende que ese material tenga para el alumno, que es el significado compartido en el contexto de la materia de enseñanza. Su modelo triádico puede ser descrito así:

- *En una situación de enseñanza, el profesor actúa de manera intencional para cambiar significados de la experiencia del alumno, utilizando materiales educativos del currículo.*
- *Si el alumno manifiesta una disposición para el aprendizaje significativo, él actúa intencionalmente para captar el significado de los materiales educativos.*
- *El objetivo es compartir significados.*
- *El profesor presenta al alumno los significados ya compartidos por la comunidad respecto de los materiales educativos del currículo.*
- *El alumno, a su vez, debe devolver al profesor los significados que captó.*
- *Si el compartir significados no se alcanza, el profesor debe, otra vez, presentar, de otro modo, los significados aceptados en el contexto de la materia de enseñanza.*
- *El alumno, de alguna manera debe externalizar, nuevamente, los significados que captó.*
- *El proceso puede ser más o menos largo, pero el objetivo es siempre el de compartir significados.*

- *Profesor y alumno tienen responsabilidades distintas en ese proceso.*
- *El profesor es responsable de verificar si los significados que el alumno capta son aquellos compartidos por la comunidad de usuarios.*
- *El alumno es responsable de verificar si los significados que captó son aquellos que el profesor pretendía que captase, o sea, los significados compartidos en el contexto de la materia de enseñanza.*
- *Si se alcanza el compartir significados, el alumno está pronto para decir si quiere aprender significativamente o no.*
- *La enseñanza requiere reciprocidad de responsabilidades, sin embargo, aprender significativamente es una responsabilidad del alumno que no puede ser compartida por el profesor.*
- *Para aprender significativamente, el alumno tiene que manifestar una disposición para relacionar, de manera no-arbitraria y no-literal, a su estructura cognitiva, los significados que capta de los materiales educativos, potencialmente significativos, del currículo.*

Nótese que Gowin introduce un paso anterior al aprendizaje significativo, que es el captar significados. Naturalmente, en una situación de enseñanza-aprendizaje el profesor quiere que el alumno capte los significados aceptados por la comunidad de usuarios de la materia de enseñanza. Y él puede ir solamente hasta ahí. Aprender significativamente es responsabilidad exclusiva del aprendiz.

Paulo Freire

Paulo Freire siempre se destacó por defender una pedagogía liberadora, por una educación política, pero en su obra “*Pedagogía de la autonomía: saberes necesarios a la práctica educativa*” (1996) encontramos muchos principios sobre la docencia que caben perfectamente en cualquier curso sobre metodología de enseñanza y que tienen connotaciones humanistas.

Los principios generales son: 1. *no hay docencia sin discencia*; 2. *enseñar no es transferir conocimiento*; 3. *enseñar es una especificidad humana*.

El primero de ellos implica que quien enseña aprende al enseñar y quien aprende enseña al aprender, que enseñar no existe sin aprender y viceversa (op.cit., p.23). Este principio incorpora varios otros, como, por ejemplo:

Enseñar exige rigurosidad metódica: reforzar en el educando la capacidad crítica, la curiosidad, la insumisión; trabajar con él la rigurosidad metódica con que se debe aproximar a los objetivos cognoscibles; evidenciarle que es tan fundamental adquirir, dominar, reconstruir, el conocimiento existente como estar abierto y apto a la producción del conocimiento aún no existente (p.28).

Enseñar exige criticidad: en verdad, la curiosidad ingenua que “desarmada”, está asociada al saber de sentido común, es la misma curiosidad que, criticándose, aproximándose,

de forma cada vez más metódicamente rigurosa, al objeto cognoscible, se vuelve “curiosidad epistemológica” (p.31).

Enseñar exige reflexión sobre la práctica: en la formación permanente de los profesores, el momento fundamental es el de la reflexión crítica sobre la práctica; es pensando críticamente sobre la práctica de hoy o de ayer como se puede mejorar la próxima práctica. (p.39).

Al referirse a la formación docente, Paulo Freire, en otro pasaje, reitera la importancia de la crítica, pero la considera indisociable de aspectos humanistas:

Ninguna formación docente verdadera puede hacerse alienada, de un lado, del ejercicio de la criticidad que implica la promoción de la curiosidad ingenua a la curiosidad epistemológica y, de otro, sin el reconocimiento del valor de las emociones, de la sensibilidad, de la efectividad, de la intuición o adivinación (p.45).

El segundo principio general de la pedagogía de la autonomía de Freire es el de saber que *enseñar no es transferir conocimiento*, sino crear las posibilidades para su propia producción o su construcción (p.47). Para él, *el educador que, enseñando cualquier materia, “castre” la curiosidad del educando en nombre de la eficacia de la memorización mecánica de la enseñanza de los contenidos, impide la libertad del educando, su capacidad de aventurarse. No forma, domestica* (p.56).

El tercer principio general de la pedagogía freireana es el de que *enseñar es una especificidad humana*, al cual están subordinados otros que apenas serán listados, dejando al lector la tarea, y el placer, de leer lo que Freire dice sobre cada uno de ellos (p.91-146):

- *Enseñar exige seguridad, competencia profesional y generosidad.*
- *Enseñar exige compromiso.*
- *Enseñar exige comprender que la educación es una forma de intervención en el mundo.*
- *Enseñar exige libertad y autoridad.*
- *Enseñar exige toma consciente de decisiones.*
- *Enseñar exige saber escuchar.*
- *Enseñar exige reconocer que la educación es ideológica.*
- *Enseñar exige disponibilidad para el diálogo.*
- *Enseñar exige querer bien a los educandos.*

Aprendizaje y enseñanza

El enfoque humanista está mucho más dirigido hacia el alumno y el profesor como personas que a técnicas de enseñanza. Estas son apenas consecuencias de la visión humanista centrada en el crecimiento personal del aprendiz, en el profesor como facilitador del aprendizaje significativo y en la interacción personal. Una vez adoptada la filosofía humanista, el aprender a aprender pasa a ser el objetivo; la metodología será, entonces, abierta, flexible,

interactiva, “negociada”, aunque se puedan usar técnicas “tradicionales”. La diferencia está mucho más en la concepción de enseñanza y aprendizaje que en el uso de una u otra técnica de enseñanza. Por ejemplo, mapas conceptuales, trabajo en pequeños grupos, aulas expositivas, pueden ser usadas tanto en un enfoque humanista como en un abordaje marcadamente cognitivista e incluso en una línea comportamentalista, pero la visión subyacente y los objetivos de aprendizaje son muy diferentes. A propósito, si los objetivos y los procedimientos son diferentes, la evaluación deberá, necesariamente, ser coherente con ellos.

En la Figura 10 se presenta un mapa conceptual para el humanismo tal como descripto en este texto.

Bibliografía

Rogers, C.R (1969). *Freedom to learn*. Columbus, OH: Charles E. Merrill.

Rogers, C.R.(1971). *Liberdade para aprender*. Belo Horizonte: Interlivros. Traducción al portugués del original *Freedom to learn*.

Novak, J.D. (1981). *Uma teoria de educação*. São Paulo: Pioneira. Traducción de M.A. Moreira, del original *A theory of education*, Cornell University Press, 1977.

Gowin, D.B. (1981). *Educating*. Ithaca, NY: Cornell University Press.

Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 27ª edição. São Paulo: Paz e Terra.

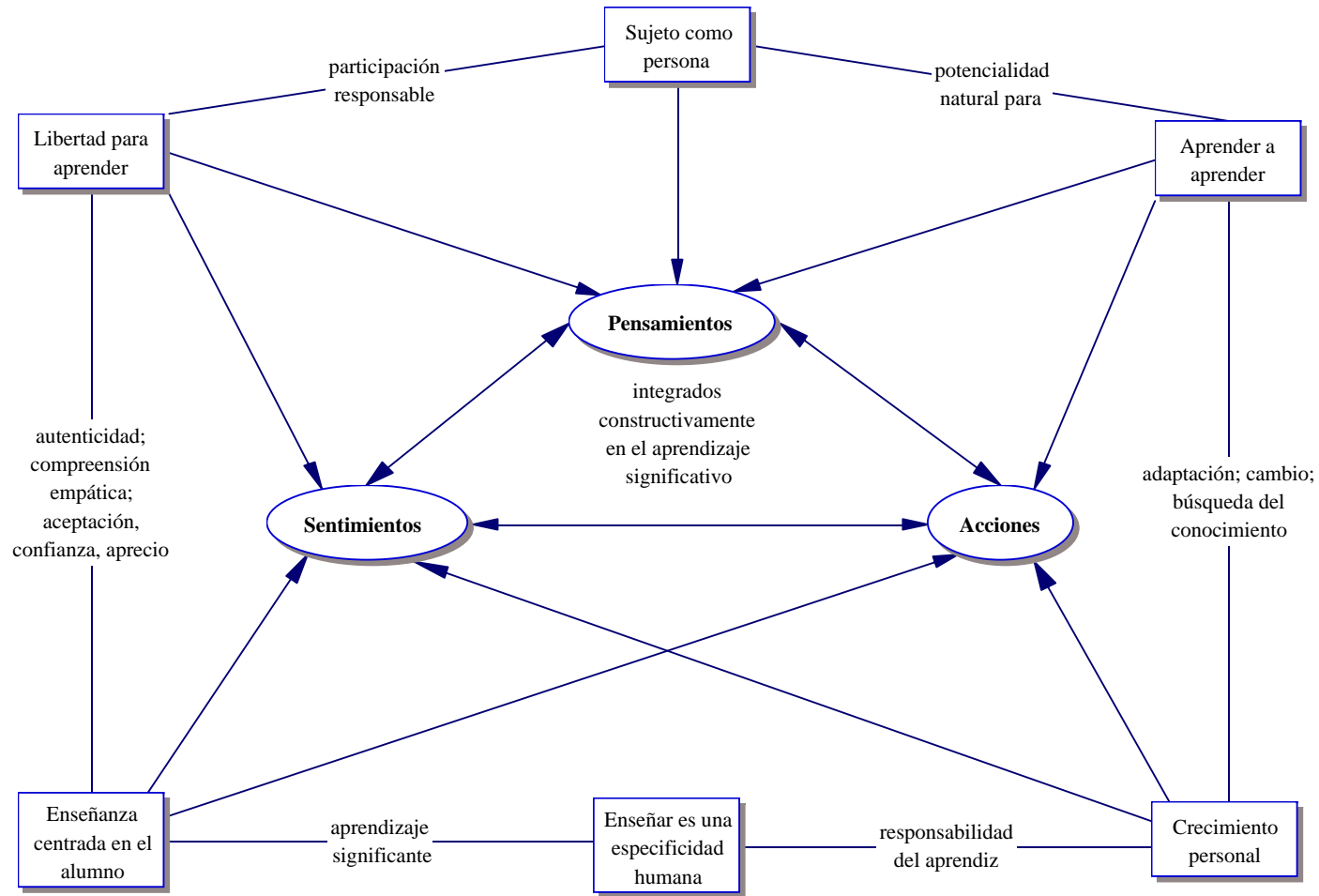


Figura 10: Un mapa conceptual para el humanismo. La idea-clave es la de que pensamientos, sentimientos y acciones están integrados, son interdependientes.

Conclusión: La Investigación en Enseñanza de las Ciencias

Como conclusión de este texto, cuyo objetivo es el de ofrecer subsidios teóricos iniciales para la investigación en enseñanza, en particular de las ciencias, se presenta un mapa conceptual (Figura 11) para las teorías abordadas, otro (Figura 12) para la investigación en enseñanza de las ciencias y también un diagrama V (Figura 13) para esta misma área de investigación. Textos complementarios a este buscan proveer subsidios teóricos adicionales (Moreira y Caballero, 2009), así como metodológicos (Moreira, 2009) y epistemológicos (Moreira y Massoni, 2009).

El primer de los mapas destaca inicialmente los principales enfoques teóricos al aprendizaje y a la enseñanza; después, focaliza solamente las teorías constructivistas y sugiere que el cambio conceptual puede ser interpretado en términos de distintos constructos (esquemas, subsunsores, invariantes operatorios).

El segundo mapa conceptual intenta diagramar la investigación en enseñanza de las ciencias en términos de preguntas-clave, fundamentación (teórica y metodológica) y ejemplos.

Finalmente, el diagrama V busca mostrar lo que se ha investigado en enseñanza de las ciencias, desde la década de 70 hasta los días de hoy, bajo qué perspectivas teóricas y epistemológicas y con cuáles metodologías.

Referencias

Moreira, M.A. (1998). A pesquisa em educação em ciências e a formação permanente do professor de ciências. Actas del I Congreso Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales, La Serena, Chile.

Moreira, M.A. (2004). Investigación básica en educación en ciencias: una visión personal. *Revista Chilena de Educación Científica*, v. 3, n. 1, 10-17.

Moreira, M.A.; Caballero, C. (2009). *Subsidios teóricos para el profesor investigador en enseñanza de las ciencias: aprendizaje significativo*. Porto Alegre: Ed. dos Autores.

Moreira, M.A. (2009). *Subsídios metodológicos para o professor pesquisador em ensino de ciências: métodos qualitativos e quantitativos*. Porto Alegre: Ed. do Autor.

Moreira, M.A. y Massoni, N.T. (2009). *Subsidios epistemológicos para el profesor investigador en enseñanza de las ciencias: epistemologías del siglo XX*. Porto Alegre: Ed. dos Autores.

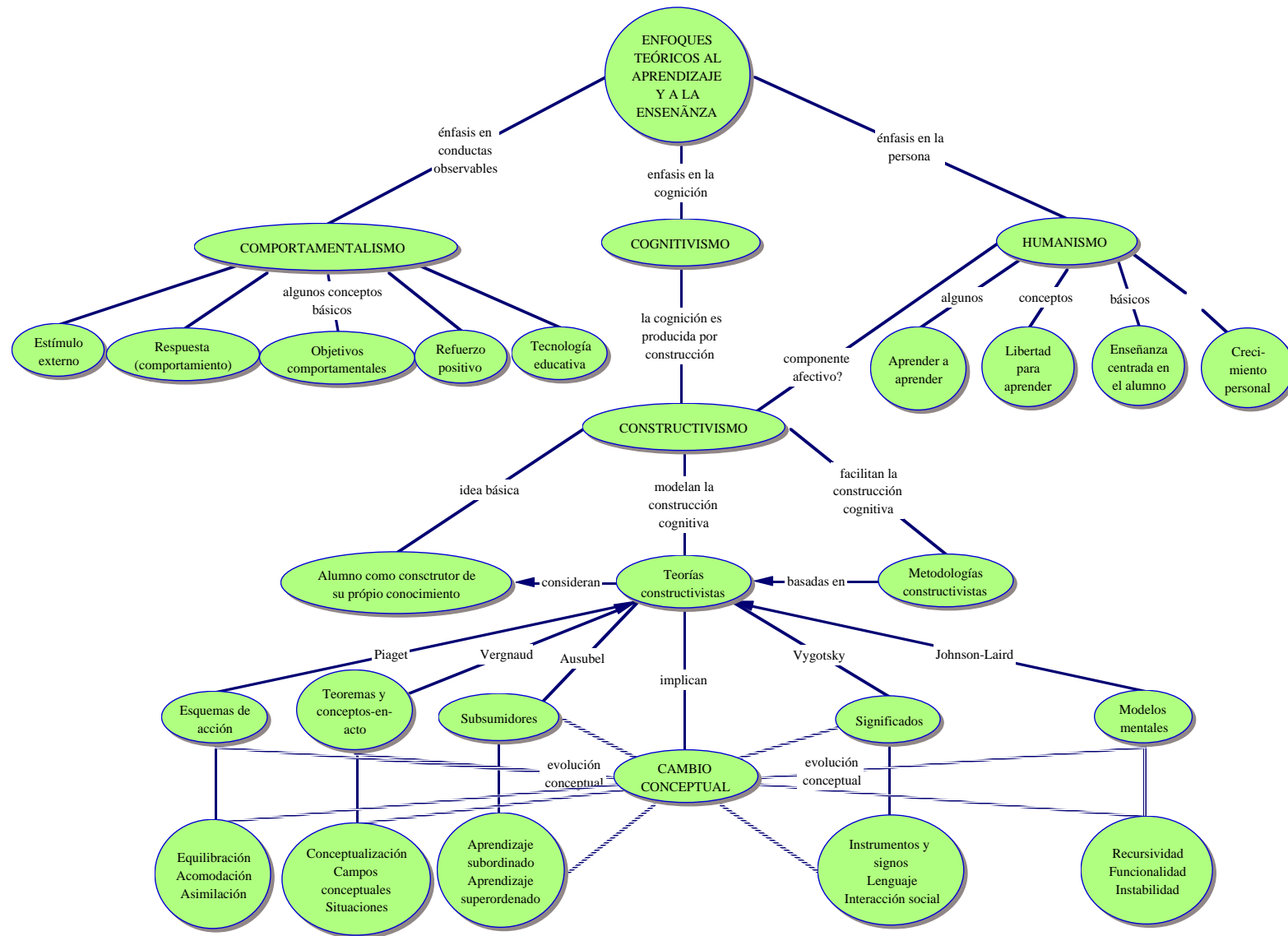


Figura 11 - Un mapa conceptual para las teorías de aprendizaje y el cambio conceptual.

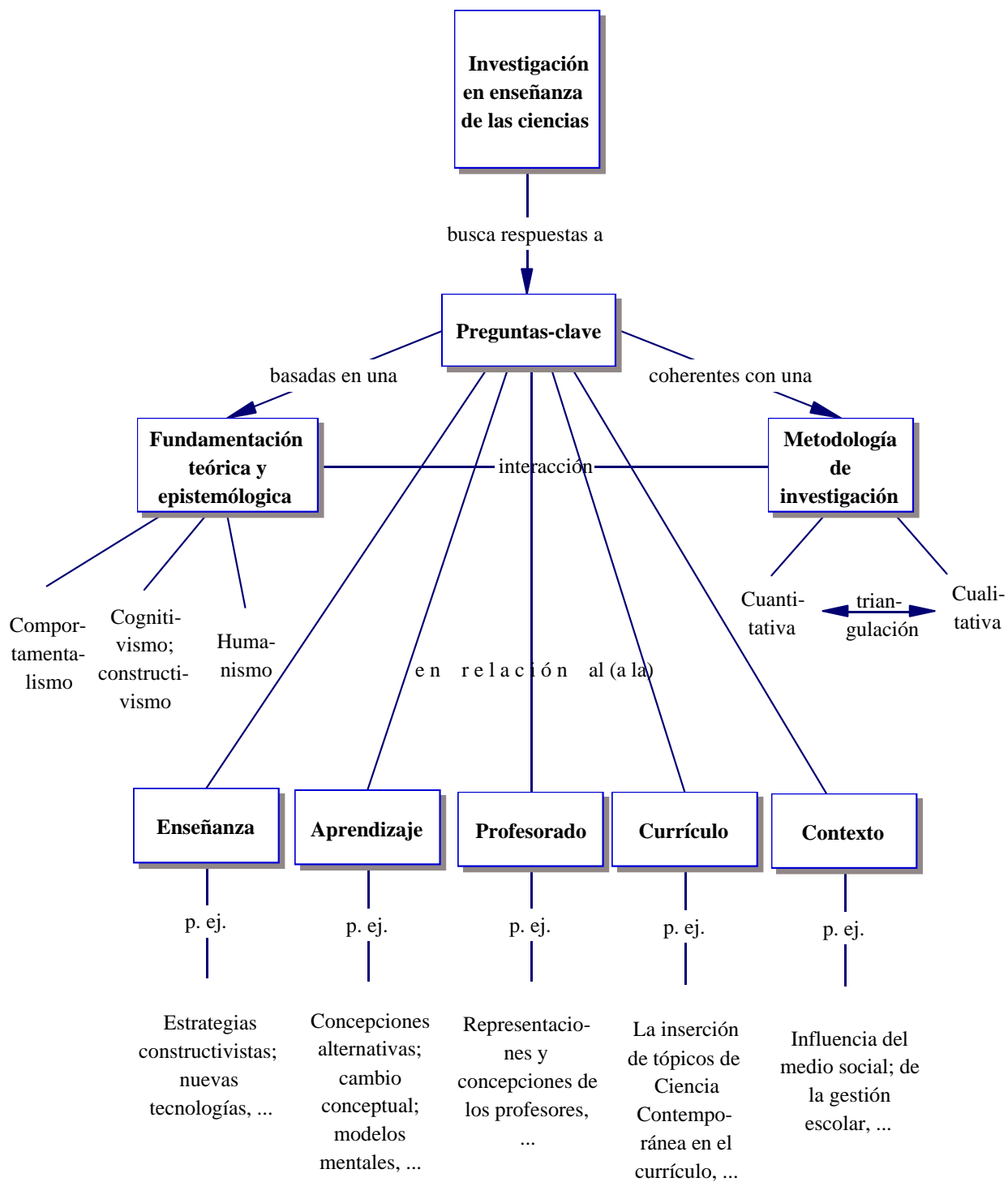


Figura 12 - Un mapa conceptual para la investigación en enseñanza de las ciencias (M.A. Moreira, 2004).

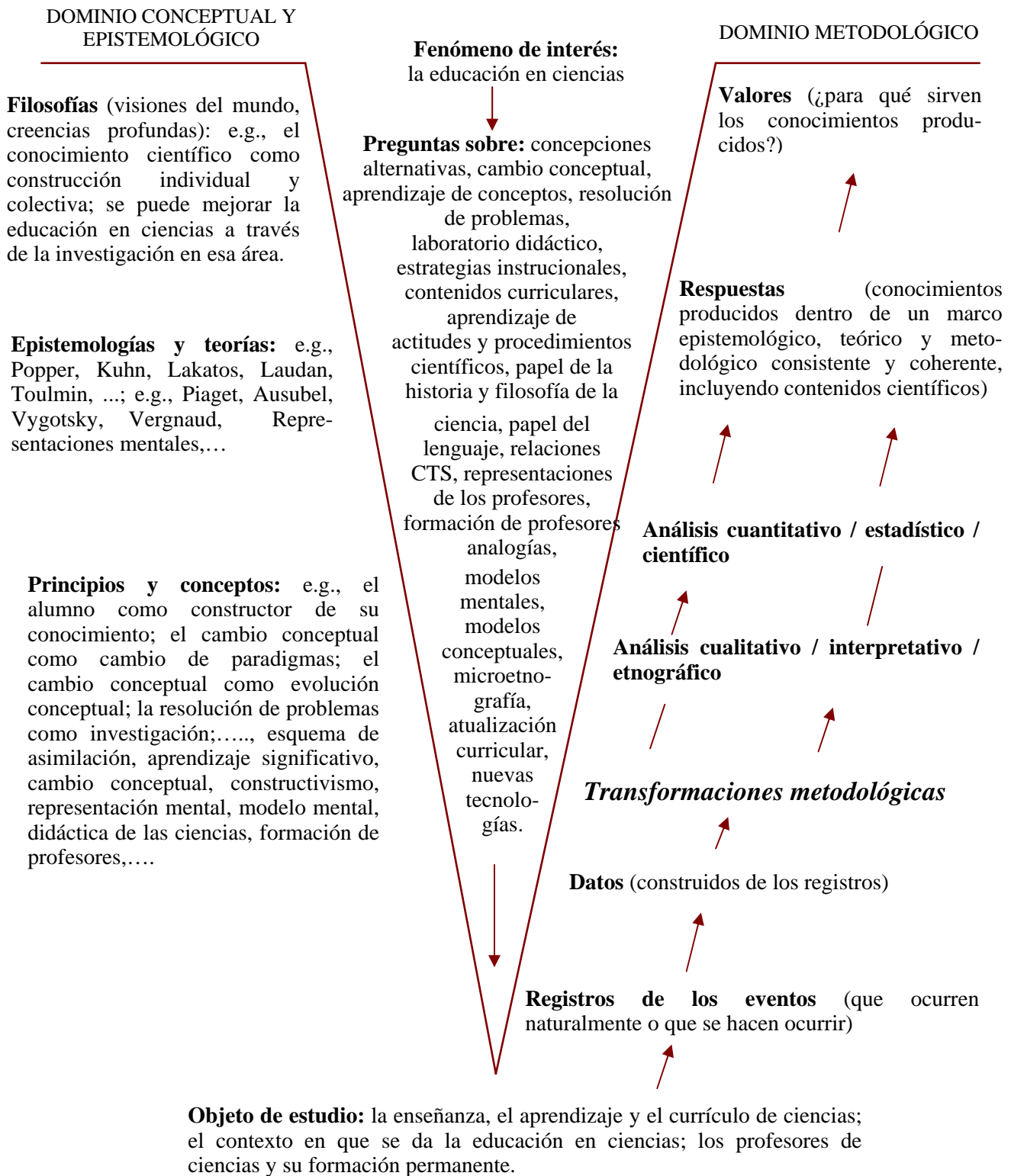


Figura 13 – Un diagrama V para la investigación en educación en ciencias: una visión detallada (M.A. Moreira, 1998, 2004).