



¡APRENDER! Un verdadero desafío en la Biología...

André Giordan

Laboratorio de Didáctica y Epistemología de las Ciencias - Universidad de Ginebra - Suiza.
LDES - FPSE - 9 route de Drize, CH 1227 Carouge (Genève). Tel (+41 22) 705 98 32 - (+41 22) 705 9833 -
Fax (+41 22) 705 98 28. Email: giordan@uni2a.unige.ch
<http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/giordan/LDES/index.html>

Resumen

A partir de un análisis de los modelos de aprendizaje en Biología, se identificaron tres grandes tradiciones: 1- la pedagogía conocida como "magistral" o "frontal"; 2- la pedagogía por "entrenamiento" y 3- la pedagogía llamada "de la construcción". Partiendo de la premisa que no existe una sola vía para aprender, se desarrolla el Modelo Allostérico de Aprendizaje, para el cual el alumno es el único y verdadero autor de su formación. Desde sus fundamentos y propuestas, el "modelo allostérico" permite categorizar y relacionar el sistema de parámetros indispensables para facilitar el aprendizaje.

Abstract

From the general analysis of the learning models in Biology, three traditions are identified: 1-a pedagogy known as "masterly" or "frontal", 2-a pedagogy by "training" and 3- pedagogy so-called "of construction". From the premise that it does not exist only a single way to learn, the allosteric learning model is developed, in which the student is the only and true author of its formation. The foundations and proposals of the allosteric model allow to categorize and relate the system of parameters indispensable to facilitate the learning.

En materia de modelos de aprendizaje en Biología, reparamos tres grandes tradiciones.

La primera describe esta capacidad tan desarrollada en la especie humana (la de aprender) como una simple mecánica de grabación. Efectuada por un cerebro "virgen" y siempre disponible, la adquisición de un saber es el resultado directo de una simple transmisión. En la enseñanza, este modelo se traduce en la rutinaria presentación de datos, ilustrados o no, por parte del docente.

En los museos, es la exposición de objetos o documentos acompañados de carteles explicativos. Esta pedagogía conocida como "magistral" o "frontal" supone una relación lineal y directa entre un emisor (formador, periodista, museólogo), poseedor de un saber, y un receptor (alumno o público en general) que memoriza mensajes sucesivos.

La segunda tradición consiste en un "entrenamiento" promovido al rango de principio. Se crean situaciones acompañadas de preguntas

susceptibles de respuestas inmediatas. El aprendizaje es favorecido a través de "refuerzos" (refuerzos positivos) o de "castigos" (refuerzos negativos). A través de un tal condicionamiento, el individuo termina por adoptar el comportamiento adecuado (aquel que le evita los refuerzos negativos).

De esta manera, la enseñanza ofrece ejercicios autoprogramados; los cuales, al ser trasladados en el marco "museológico" se traducen en situaciones "oprima el botón" como es el caso del "Palais de la Découverte" (Palacio del Descubrimiento) en París o el "Lawrence Hall of Science" de Berkeley. La enseñanza programada o EAO (Enseñanza Asistida por Ordenador) se ha inspirado, igualmente, en este principio.

La tercera tradición corresponde a la pedagogía llamada "de la construcción". Ella parte de las necesidades espontáneas y de los intereses "naturales" de los individuos. Estimula su libre expresión, su creatividad y su "saber-ser". Incentiva el descubrimiento autónomo e incluso la importancia del "tanteo" dentro del acto de

aprender. El individuo ya no se contenta con recibir datos en bruto, sino que los selecciona y los asimila.

La construcción del saber se efectúa principalmente por la acción y la expresión de las representaciones de los alumnos. Los llamados "métodos activos" dentro del marco escolar, ciertos centros de investigación tales como el "Children Museum" (Museo de los Niños) en Boston y la "Cité des Enfants" (Ciudad de los Niños) de la Villette en París, están contruidos a partir de este modelo educativo.

1. Límites de los métodos llamados "activos" o constructivistas

Estos primeros modelos constructivistas han tenido el mérito de mostrar que el aprendizaje no es el resultado de impresiones, de la manera en que la luz actúa sobre la película fotográfica. Tampoco es el resultado de un condicionamiento operante debido al medio ambiente. Antes que nada, el acto de aprender procede de la actividad mental de un sujeto, según su capacidad de acción sea práctica o simbólica, material o verbal.

Desgraciadamente, estos modelos son aún insuficientes para explicar los múltiples mecanismos del aprendizaje. No depende todo solamente de estructuras cognitivas generales, como lo adelantaba el psicólogo ginebrino Jean Piaget.

Estudiantes e investigadores que tienen acceso a los formalismos lógico-matemáticos más avanzados pueden razonar igual que niños de 6-7 años ante contenidos infrecuentes. Mientras más se alejan las situaciones de los saberes manejados, más primitivas son las estrategias de razonamiento que utilizan los individuos.

El motor no es solamente un modo operatorio, sino lo que nosotros llamamos una "concepción" de la situación (Figura 1). Intervienen al mismo tiempo un tipo de cuestionamiento, un marco de referencia, niveles de razonamiento y maneras de producir sentido, ...

En efecto, nada es inmediatamente accesible en el proceso de aprendizaje. La apropiación de un saber no se realiza de manera automática como una simple construcción de lazos entre la nueva información y la estructura mental (los puentes

cognitivos) como le predicaba el psicólogo norteamericano Ausubel o por "asimilación" y "acomodación" como lo suponía Piaget.

Estos son puntos de vista muy optimistas o idealistas, que sólo funcionan en el caso de saberes simples. Para el aprendizaje de conceptos o de competencias, una nueva información raramente se inscribe dentro de la línea de los saberes manejados con anterioridad.

Por el contrario, dichos saberes se constituyen como obstáculos tanto sobre el plano cognitivo como emocional. La mayor parte del tiempo, las concepciones situadas dentro de la cabeza del alumno rechazan cualquier nueva información que no las satisfaga.

Es necesario, entonces, buscar una deconstrucción de las concepciones del educando como una etapa previa. Sin embargo, contrariamente a aquello que sugería ingenuamente Gaston Bachelard, este propósito es imposible en la práctica cotidiana. El alumno no permite que lo despojen fácilmente de sus opiniones y creencias.

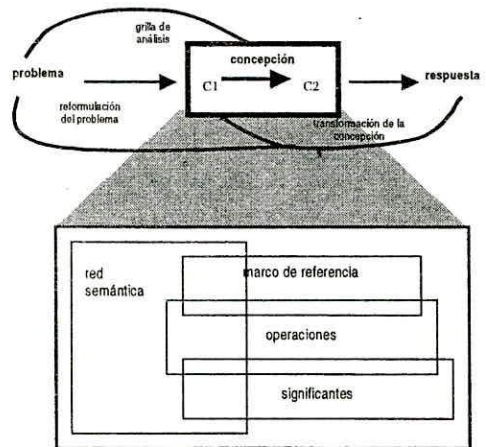


Figura 1: Características epistemológicas de una concepción.

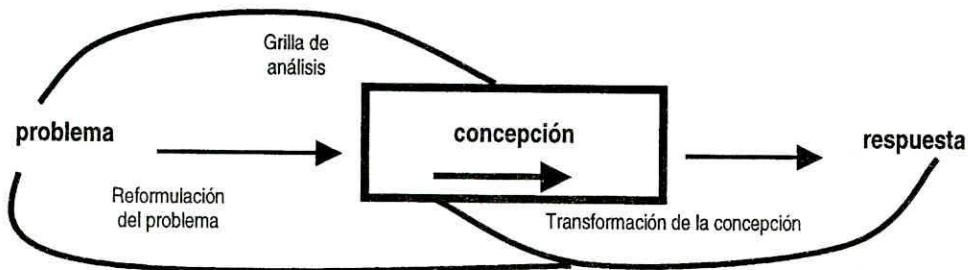
Construcción y deconstrucción sólo pueden ser contemplados como procesos interactivos. El nuevo saber se instala sólo cuando aquél que está en funcionamiento se muestra obsoleto. Mientras tanto, habiendo sido la única herramienta a disposición del alumno, le habrá servido de marco interpretativo para comprender su entorno y dar sentido a aquello que lo rodea.

Recuadro 1: Movilización de las concepciones.

Una concepción presenta diversos aspectos: informativos, operativos, relacionales, dubitativos (en sentido estricto) y organizativos. Una primera función notable es la conservación de un conocimiento o de un conjunto de saberes (aun los de tipo práctico). Esta memorización no es directa, sino que es modelada por integración a una estructura. Una concepción organiza informaciones, constituyendo la huella de una actividad anterior.

Sin embargo, esta función no debe ser entendida como un simple recuerdo. La información estructurada y conservada es reutilizada posteriormente en contextos nuevos. Las concepciones son transformadas por la situación que las activa, al punto de ser continuamente reformuladas para estar "en fase" con las nuevas circunstancias.

De esta manera la concepción permite la evocación, pero esencialmente interviene en la identificación de la situación y en la selección de las informaciones pertinentes. Los acontecimientos, el contexto y los mensajes recibidos proporcionan los elementos externos (las informaciones nuevas) y activan los elementos internos (los saberes memorizados). Su importancia se advierte en los mecanismos de elaboración del saber: adquirir un conocimiento es pasar de una concepción previa a otra más adecuada con respecto a la situación dada una representación gráfica es:



Otra función importante de las concepciones es su capacidad para relacionar e incluso para sistematizar. El individuo busca continuamente (o al menos cuando le concierne) reagrupar el conjunto de elementos de saber que maneja sobre un campo determinado o con relación a una pregunta particular. Sin embargo, la mayoría de las veces, las relaciones observadas son incompletas o distintas de aquellas establecidas dentro de los marcos científicos.

Finalmente, las concepciones estructuran y organizan lo real. Operan sobre las situaciones para permitir a quien aprende plantearse problemas, realizar actividades diferentes, concebir nuevos algoritmos de conducta, etc. Ellas son los indicios de un modelo, de un modo de funcionamiento comprensivo, en respuesta a un conjunto de problemas. Son auténticas estrategias cognitivas puestas en marcha por quien aprende para seleccionar las informaciones pertinentes, para estructurar y organizar lo real. Las concepciones reenvían a los elementos que éste último va a movilizar para explicar, prever o actuar; pero también a la historia del individuo, su ideología, sus estereotipos sociales e incluso sus fantasmas.

Las concepciones no deben, entonces, ser interpretadas como colecciones de informaciones pasadas o como los elementos de un archivo informativo destinado simplemente a consultas ulteriores. Ellas corresponden, en primera instancia, a una movilización de lo adquirido en vista de una explicación, de un cuestionamiento, de una previsión o aún de una acción simulada o real. Dentro de esta movilización, quien aprende, a partir de su experiencia (en el sentido clásico), construye una "grilla de análisis" de la realidad, una suerte de decodificador que va a permitirle comprender el mundo que lo rodea, abordar nuevas preguntas, interpretar situaciones diferentes, razonar para resolver dificultades o dar respuestas que considere explicativas. Es de igual modo a partir de esta "herramienta" que el educando va a seleccionar las informaciones externas, y eventualmente comprenderlas e integrarlas.

Por otra parte, los constructivistas aíslan al individuo-educando. No obstante, la experiencia de cada uno se construye dentro de un ambiente social mediatizado. Al poner el acento sólo sobre las capacidades cognitivas, ellos minimizan el lugar y la función del medio cultural.

Sin embargo, este último contribuye a dar sentido a las diversas situaciones. En cuanto a la esfera afectivo-emocional, aún cuando nadie la niega, tampoco es tomada en cuenta, a falta de modelos que expliciten los nexos entre lo cognitivo y lo afectivo. No obstante, los sentimientos, los deseos, las pasiones eventuales desempeñan un rol estratégico muy importante dentro del acto de aprender.

Finalmente, los diferentes constructivistas nada dicen sobre los contextos y las condiciones que favorecen el aprendizaje, hecho que provoca frustración suprema cuando uno se preocupa por la educación o la mediación. Y, sin embargo, esto es totalmente normal, ya que este tipo de cuestionamiento no forma parte de sus preocupaciones... En el mejor de los casos, ellos adelantan las ideas de "maduración", es decir de desarrollo natural, o de "equilibrio".

Todavía hace falta que el sujeto pueda alcanzarlo, y que para ello encuentre el interés de hacerlo. Para llenar esta laguna, los post-piagetianos consideran la acción, la "coacción" o aún el "conflicto cognitivo", donde se subentiende una acción directa del alumno sobre el ambiente a través de la manipulación. Pero el mundo exterior no enseña de manera directa al individuo aquello que se aspira que él aprenda.

El sujeto debe inventar el sentido a partir del ambiente que él encuentra y teniendo en cuenta su historia personal. De esta manera, un proceso de mediación se plantea como uno de los parámetros indispensables.

Hasta aquí, argumentos que nos imponen, en la actualidad, ir más allá del constructivismo...

2. El modelo alostérico.

En ningún caso existe una sola vía para aprender. Esta capacidad está determinada por la red de informaciones externas interpretadas por un

individuo en función de sus experiencias pasadas y de su proyecto actual. Es aquí donde se advierte el rol primordial del educando, quien es el único y verdadero "autor" de su formación.

Sin embargo, es asimismo importante un ambiente educativo propicio para interferir con las concepciones movilizadas por el alumno. El saber avanza cuando tienen lugar interacciones subjetivas y fecundas entre sus actividades mentales y el ambiente que lo rodea. Este último lo estimula y, a la vez, da significado a todo el proceso.

El sentido que le atribuimos a los conocimientos no puede ser transmitido directamente. Sólo quienes aprenden pueden elaborar sus significados propios, compatibles con lo que ellos son a través de su experiencia particular.

No obstante, el formador puede facilitar esta producción de sentido filtrando las múltiples informaciones, amplificando o reduciendo el aporte de estímulos externos (Figura 2). De igual modo, puede facilitar la comparación, las relaciones (temporal, espacial, causal) o aún impulsar la organización.

Enseñar requiere principalmente de una alquimia compleja. El modelo alostérico permite categorizar y relacionar -y a partir de ahí inferir y prever- el sistema de parámetros indispensables (Figura 3) para facilitar el aprendizaje.

Todos estos elementos son factores limitantes, de manera tal que el aprendizaje se hace imposible si falta alguno de ellos. De igual manera, como todos estos parámetros están en interacción, una sutil combinación de todos ellos debe ser realizada por parte de la enseñanza o la formación.

Al mismo tiempo se espera una regulación entre estos diversos parámetros según quien aprende. Olvidamos aquello que es inútil y al mismo tiempo aquello que es demasiado intenso. Toda perturbación debe ir junto con algún componente que favorezca la confianza en sí o con algún elemento de apoyo (Figura 3).

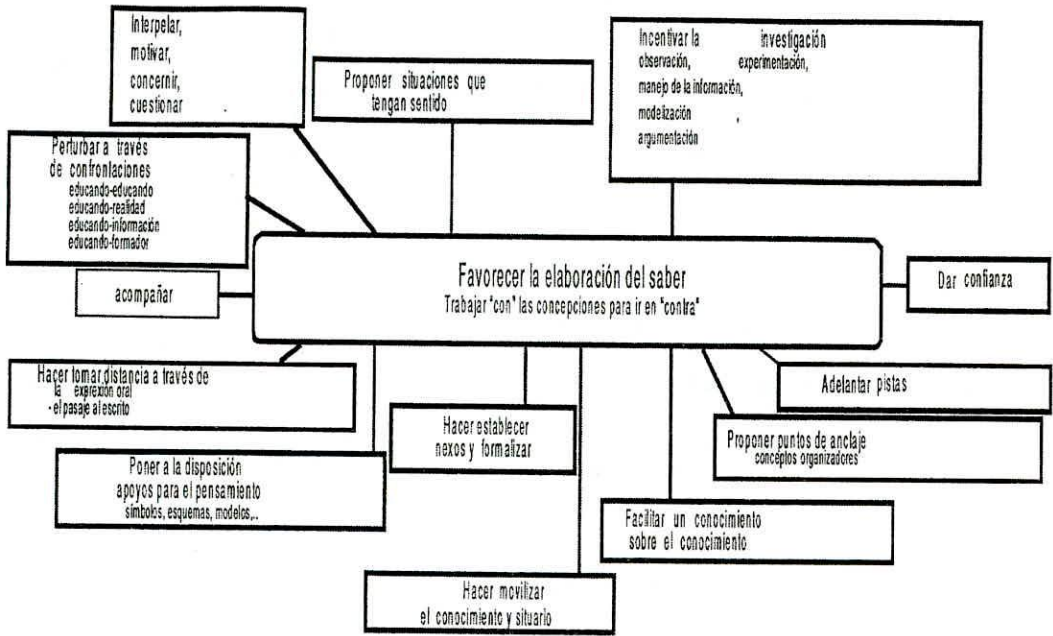


Figura 2: Principales "tareas" del formador.

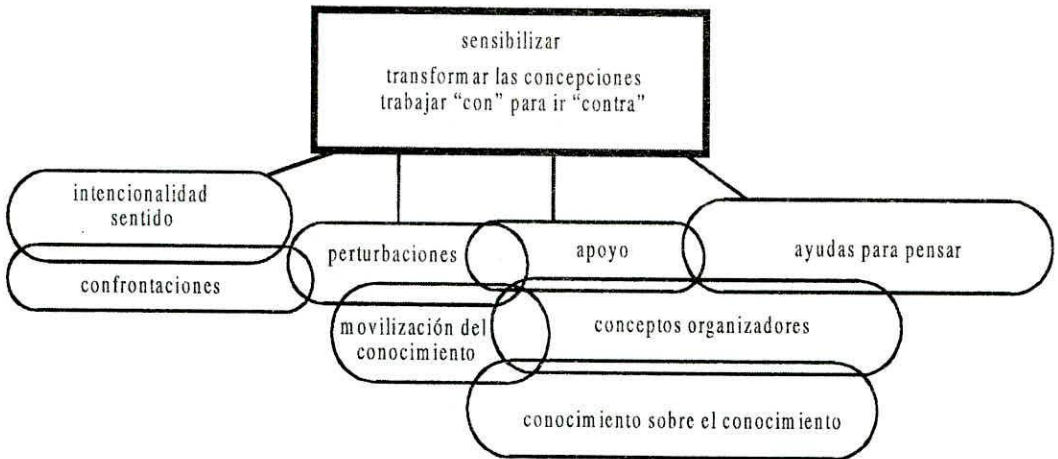


Figura 3: Ambiente didáctico que favorece el acto de aprender.

De esta manera, el aprendizaje debe ser encarado como un acontecimiento nacido del encuentro de potenciales neuronales, de una historia individual memorizada y de un ambiente directo o mediatizado que permite su actualización permanente. Cada individuo posee creencias y pone en marcha acciones sobre el mundo que lo rodea. Si no está seguro de la cuestión

abordada, manipula otras ideas con el fin de encontrar un sistema explicativo que le convenga en el caso particular que lo preocupa. Este sistema de pensamiento puesto en conexión a propósito de un proyecto –el cual llamamos concepción– orienta la manera en la que quien aprende decodifica las informaciones y formula sus nuevas ideas.

Recuadro 2: Diferentes niveles de aprendizaje.

El acto de aprender no consiste jamás en un procedimiento único o global. Se deben poner en marcha diferentes estrategias según los contenidos, y principalmente según la separación que exista entre el saber manejado por el educando y el proyecto educativo o cultural.

Tomemos el ejemplo de la nutrición. Cuando a un individuo le enseñan el comportamiento alimenticio de un animal conocido, aprender consiste solamente en añadir algunas informaciones nuevas a aquello que él sabe o cree. Quien aprende ya posee un marco de referencias suficientes sobre la nutrición. Tiene a su disposición todos los recursos de razonamiento o acción. Sólo le resta completar su saber o sus posibilidades de acción. En tal caso, la información le puede ser proporcionada sin problema a través de un método frontal o behaviorista. Posee todos los elementos y los medios cognitivos para decodificar y movilizar. Una sola condición es ciertamente restrictiva: la motivación.

Si se trata ahora de la nutrición de un animal más lejano como un erizo de mar, un mosquito, una medusa o un paramecio, el aprendizaje se hace menos evidente. "¿Dónde está la boca?" "¿Ingerir un líquido es comer?" "¿Por dónde salen los excrementos?" "¿Qué quiere decir digerir?" En este caso es apropiado el modelo piagetiano: el educando debe asimilar informaciones nuevas, menos evidentes, por su sistema de pensamiento. En respuesta, éste último se acomoda. A través de este camino, él extiende y reestructura su bagaje cognitivo.

Además de la motivación, quien aprende debe tener fácil acceso a la información. Todo aquello que no pueda ser decodificado carece de sentido para él. Para aprender, debe relacionar diferentes nociones: alimento, digestión, absorción. Para las preguntas de corte cognitivo, ya no puede grabar directamente todas las informaciones. Debe poner en marcha una serie de procedimientos para investigarlas, tratarlas poco a poco, controlarlas: el educando se transforma en un agente de su propio aprendizaje. Otros interrogantes lo van a abordar: "¿qué quiere decir comer?", "¿por qué debemos digerir los alimentos?" Las condiciones propicias son aquellas que favorecen un compromiso por parte de quien aprende, aquellas que le facilitan el cuestionamiento, la investigación. En este plano, el modelo de Vygotsky es adecuado.

¿Qué ocurre ahora con un aprendizaje aún más complejo: la nutrición de las plantas (la fotosíntesis)? En esta situación, los conocimientos anteriores del individuo son incompatibles con el mensaje que debe ser aprendido. Para todos los educandos (aún adultos), la "planta se nutre (esencialmente) del suelo a través de las raíces". La luz es algo misterioso, a veces "un fortificante" o "una vitamina", que "actúa por el calor que brinda". En cuanto al gas carbónico, es juzgado como un "producto nocivo" al considerarlo dentro de la respiración. La asimilación inmediata se hace imposible, los conocimientos existentes actúan como un obstáculo. ¡Aprender que la planta no se alimenta, sino que puede fabricar su propia materia a partir de elementos simples, combinando agua y un gas gracias a la energía proveniente de la luz, es algo insólito o milagroso para cualquier estudiante inteligente!

Un importante trabajo de deconstrucción debe realizarse paralelamente al trabajo de construcción. Los argumentos convincentes no son inmediatamente evidentes. Distintas situaciones pueden interpelar con éxito a quien aprende: plantas sin suelo, cultivos hidropónicos, plantas aéreas de la selva tropical, germinaciones... En cada momento una confrontación real se hace indispensable (confrontaciones educando-realidad, confrontaciones educando-educando). Diversas investigaciones lo deben llevar a recoger datos nuevos y luego a probar su pensamiento por medio de observaciones o experimentos (variaciones de distintos factores experimentales: luz, temperatura, concentración de CO₂, sales minerales, etc.). Todas estas actividades lo ejercitan para tomar distancia de sus evidencias, para reformular frecuentemente el problema ("¿qué quiere decir nutrirse?") y/o para enfrentar otras relaciones (relación nutriente-energía).

Los esquemas y modelos facilitan la elaboración de la nueva concepción. El educador los puede proporcionar directamente o puede dar las pistas necesarias para que los construya el educando. Estos elementos deben ser fácilmente manipulables para organizar los datos nuevos o para provocar una nueva estructuración (en cuanto puntos de anclaje). Las "ayudas para pensar" (conceptogramas) colaboran también para reagrupar poco a poco las distintas informaciones y ponerlas en perspectiva. A continuación serán necesarios momentos de movilización para hacer funcionar el nuevo conocimiento, enriquecerlo o percibir sus límites. Así se podrán sustituir progresivamente las concepciones iniciales.

Para que un primer nivel de formulación del concepto de fotosíntesis sea operatorio, quien aprende debe encontrar situaciones donde pueda:

- movilizar su nuevo saber para percibir su pertinencia y enriquecerlo (papel de la clorofila, transformación de la energía luminosa en energía química,)

- probar la operatividad (naturaleza de las reservas) y las limitaciones (actividades prácticas de cultivos, cadenas tróficas,...).

Algunos modelos parciales deben tomarse en cuenta para precisar cada uno de los ítems (papel de la luz, de los cloroplastos, respiración en relación con la fotosíntesis, transducción de la energía). Ellos deberán estar adaptados, en cada caso, al marco de comprensión de quien aprende. Un modelo con compartimentos deberá ser utilizado para unir los distintos niveles de formulación.

Existen interferencias que aparecen sobre cada punto: por ejemplo, los alumnos deben descentrarse de las raíces para encarar la función de las hojas. Sin embargo, este hecho no puede ser realizado en su totalidad, ya que las raíces juegan un rol indispensable en la absorción de agua, de las sales minerales y aún (sin duda, la cuestión no ha sido todavía categorizada en el plano científico) del dióxido de carbono... Es en este aspecto que la enseñanza y la formación adquieren todo su sentido. Ya que, si el individuo debe aprender solo y nadie puede hacerlo en su lugar, quien aprende tiene pocas posibilidades de "descubrir" solo la totalidad de elementos que pueden modificar sus interrogantes, sus conceptos o su relación con los conocimientos.

Recuadro 3: Ambiente didáctico.

Un avance en el aprendizaje no se encuentra solamente en el entorno como lo sugieren los behavioristas. Tampoco está únicamente dentro del individuo como lo proclaman los constructivistas, sino en la interacción entre estos diversos elementos. A nivel neurológico, sólo en interacción con un contexto social el cerebro puede modificar sus sinapsis o producir neurotransmisores para instalar redes neuronales propias al pensamiento. El modelo alostérico permite prever las situaciones, las herramientas y los recursos que facilitan el aprendizaje.

Los diversos parámetros presentados anteriormente deben ser tomados en cuenta. El individuo elabora por sí mismo, pero para ello es necesario confrontar sus concepciones a informaciones recogidas por múltiples y variadas investigaciones (pragmática, experimentos, análisis sistémico). Ante todo, es importante confrontarse con la experiencia de otros (documentación, aportes del formador y otros). La argumentación permite tomar distancia con relación a las ideas propias y ayuda a tomar conciencia de sus límites; especialmente estimula nuevas investigaciones para encontrar nuevos argumentos.

Además de las actividades, quien aprende debe poder encontrar herramientas y recursos (analogías, metáforas, etc.) que lo ayuden a pensar. Los símbolos, esquemas y modelos facilitan la estructuración del saber y su manipulación. El formador debe proporcionar recursos que sean legibles, comprensibles y adaptados al público con el que trabaja.

Una trama de conceptos organizadores (integración sistémica) puede servir de igual manera de "columna vertebral" para asociar los múltiples conocimientos. En la actualidad, los alumnos y el público en general se pierden dentro de la masa de información que reciben sin poder ubicarla.

Finalmente, una reflexión sobre el conocimiento en sí mismo, su estatuto, su lugar dentro de la sociedad, sus mecanismos, etc. es igualmente un momento importante. Gran cantidad de individuos no repara en el conocimiento en sí mismo, sin embargo todos elaboran una imagen propia del saber. Por ejemplo, la menor ecuación trastorna al público porque se ha construido una imagen complicada de este tipo de conocimiento. De igual modo, numerosos docentes "tropiezan" con las cuestiones de causalidad, lógica y sistemas porque no han tenido nunca la ocasión de confirmarlos ellos mismos.

Se aprende progresivamente; es necesario volver varias veces sobre un contenido, abordarlo por diferentes horizontes, ajustarlo al contacto con la realidad movilizándolo los primeros conocimientos dentro de acciones puntuales para examinar su eficiencia. Sólo son retenidos los saberes realmente "útiles". Los ejercicios (con la condición de que no sean sólo de aplicación), las simulaciones y los juegos de rol son recursos importantes. La enseñanza entre pares es igualmente una forma de movilización. Es en el momento de situarse en la descomposición de un conocimiento para explicarlo cuando lo comprendemos. ¿Por qué no aprovechar este hecho en la enseñanza? Cada vez hay que tratar de plantear las situaciones más diversas y explotarlas lo más completamente que sea posible. El tiempo necesario para un aprendizaje se cuenta en decenas de horas (y miles para los conocimientos más elaborados).

3. Conclusión.

Aprender un nuevo conocimiento es, entonces, integrarlo dentro de una estructura de pensamiento que ya existe y está formada por saberes propios, anteriores a la acción educativa. Esta integración depende de un proceso de organización (reorganización) y de la regulación de elementos preexistentes en interacción con datos nuevos, lo que a una eventual metamorfosis. De todas formas, la emergencia de nuevos saberes sólo es posible si quien aprende advierte lo que puede hacer con ellos (intencionalidad), a demás si logra modificar su estructura mental con el riesgo de reformularla

completamente (elaboración) y por último, si estos nuevos conocimientos le aportan un "algo más" del cual él pueda ser conciente (metacognocimiento) sobre el plano de la explicación, de la previsión o de la acción. De esta manera, lo afectivo, lo cognitivo y lo sensorial se encuentran íntimamente ligados en múltiples regulaciones.

A su vez, estos tres planos están regulados por los factores sociales; el aprendizaje depende considerablemente del contexto ya que siempre se lleva a cabo dentro de un ambiente socio-cultural dado.

Bibliografía

- Giordan, A. 1998, *Apprendre!* Belin.
- Giordan, G De Vecchi, 1995, *Los orígenes del saber*, 2da edición, Editorial Dfada, Sevilla.
- De Vecchi, G., y Giordan, A. 1996, *L'enseignement scientifique: comment faire pour que "ça marche"?* Z'Editions, Nice.
- Giordan, A., Girault, Y. et Clément, P. eds. 1994. *Conceptions et connaissance*, Peter Lang.
- Giordan, A. Girault, Y. eds. 1996. *New learning models*, Z'Editions, Nice.

Versión original en francés. Traducción: Mariana Sanmartino, Email: sanmart9@etu.unige.ch