

# **LA CONSTRUCCION HISTORICA Y PERSONAL DEL SABER: IMPLICACIONES DIDACTIVAS Y CURRICULARES**

André Giordan  
U.E.R. de Didactique des  
Disciplines. Paris VII

**Actas de las IV Jornadas de Estudio sobre la Investigación en la Escuela.  
Sevilla, 1986**

## PROBLEMATICA

Las discusiones sobre el contenido de las disciplinas no son nuevas; en Francia, ocupan incluso un lugar a menudo desmesurado mientras se trata, habitualmente, sólo de retoques en las etiquetas de los programas oficiales, o de variaciones mínimas en la producción de manuales, sin que se ponga en duda el conjunto: objetivos, métodos, medios y contenidos.

Pero el desarrollo de las reformas pedagógicas, con sus exigencias de precisión de los objetivos, así como la evolución de la investigación científica, de las concepciones epistemológicas y psicológicas, imponen un examen explícito y detallado de los saberes y destrezas enseñados en la realidad. Concretamente, cuestionando las rutinas interiorizadas por la práctica, parece urgente examinar los conceptos, no de manera aislada, sino dentro de las tramas que forman los unos en relación con los otros y que les dan su significado. Al estar obligados a hacerlo dentro de las distintas etapas de la enseñanza, el problema de llegar a saber si es posible jerarquizarlos y determinar sus niveles de coherencia relativa, se convierte en un problema concreto de investigación didáctica.

Desde una perspectiva didáctica, este problema no puede ser resuelto haciendo abstracción de las limitaciones institucionales (programas, horarios, maestros, material, etc.), ni de los hallazgos de la investigación sobre las posibilidades de los niños desde el punto de vista de las estructuras lógicas, de la experiencia práctica y de la información.

La importancia del «análisis de la materia» reside en que éste es condicionante y previo a una enseñanza renovada en profundidad y también en que es un momento de la investigación didáctica, en el que ésta se interesa por la representación y la explicación de las cosas y de los fenómenos, por los procesos de aprendizaje científico y por los procesos pedagógicos. En estos tres casos, dicho análisis proporciona al observador un marco de referencia sólido, en el que encuadrar las representaciones y las explicaciones expresas o reconstruidas, su evolución y el impacto de los actos pedagógicos.

El análisis de la materia amplía la reestructuración didáctica de la ciencia, operada de forma más o menos consciente y explícita cuando se pasa de la investigación a la enseñanza. Esta transformación es permanente y afecta a todos los niveles; cambio de simbolización (por ejemplo vectores en física), aplicaciones privilegiadas, tendencia al formalismo o al practicismo, evolución de la significación de los principios. Consideradas en largos períodos de tiempo, se trata a veces de verdaderas revoluciones, como ha sucedido en química o en biología desde hace un siglo. En los niveles elemental o medio de la enseñanza, se constata una grave subestimación de las dificultades de este trabajo, que los especialistas de la disciplina, únicos en poderlo efectuar correctamente, acometen raramente, si exceptuamos los esfuerzos coordinados de reforma, como los que llevaron a cabo el PSSC o el BSCS durante los años 60-70.

Los ejemplos característicos que se presentan en la segunda parte desarrollan fundamentalmente un punto de vista epistemológico y, cuando es necesario, se refieren a los documentos históricos de los que disponemos.

Hay que subrayar, desde ahora, que el objetivo de estos estudios, incluso cuando se limitan a trazar de nuevo una evolución histórica, o a poner en evidencia contradicciones lógicas, no es epistemológico, en el sentido tradicional del término, sino didáctico. Se trata, más bien, de explicitar sistemáticamente, en principio, la estructura posible del saber en un nivel determinado, de forma que constituya para los maestros un instrumento de regulación de sus intervenciones pedagógicas en este nivel.

Como muestran los ejemplos que siguen, la historia de los conceptos juega un papel importante desde el punto de vista didáctico. Pero, antes de nada, ¿cuál es el significado preciso de adoptar un punto de vista histórico? No se trata de admitir la hipótesis, por lo general inexacta y engañosa, de que la apropiación conceptual de los niños, por construcción o recepción, reproduce el camino histórico (cuando se da este caso, las condiciones y los procesos son diferentes, y se plantean tanto cuestiones relativas a las concordancias como a las diferencias), ni de construir una progresión didáctica basada en el proceso histórico (lo que sería, por lo general, confuso y de poca validez para acceder a los marcos teóricos fundamentales).

De hecho, el punto de vista histórico, en la medida en que pueda basarse en documentos precisos y objetos de análisis rigurosos, ofrece en primer lugar a los didácticos un buen «sistema de referencia» para estudiar por comparación los procesos de aprendizaje en el niño. En efecto, las producciones de los niños pueden ser multiformes e inestables; es necesario referirlas a producciones elaboradas («adultas y sociales») y bien localizadas (los problemas científicos, el contexto ideológico e instrumental, pueden ser caracterizados adecuadamente). En este papel, la historia no ofrece la única referencia posible; pueden ser utilizados también el análisis lógico, los mitos, las producciones poéticas, la patología, etc.

En segundo lugar, algunos períodos históricos pueden proporcionar momentos en que los problemas científicos, las controversias, se encuentran más desnudas, más claras, en su encadenamiento y en sus interrelaciones. Estos momentos privilegiados son términos de comparación para los contenidos de los programas, bien porque constituyan en sí mismos los elementos de una cultura juzgada como necesaria, bien porque permitan situar las concordancias y las diferencias con el programa propuesto o impuesto.

De manera análoga, los datos de la psicología genética, en la medida en que sean validados con rigor, proporcionan otro sistema de referencia conceptual y factual. Pero no dan en sí mismos ninguna indicación propiamente didáctica, al producirse los procesos de enseñanza generalmente en otras condiciones. De otro lado, como los estudios históricos, las investigaciones psicogenéticas son largas, puntuales y no pueden efectuarse al ritmo de los problemas didácticos; historia y psicología no aparecen aquí sino como puntos de vista, irremplazables ciertamente, pero, no obstante, instrumentales y momentáneos.

El análisis que se hace de la materia tropieza con algunas ideas preestablecidas, muy difundidas aún, tales como:

- La posibilidad de definiciones permanentes, «desde párvulos a la universidad»,
- La existencia de caminos únicos para presentar nociones,
- La concepción de una concatenación de las teorías.

Estas visiones simplistas no resisten un análisis detallado. La historia de las teorías nos muestra modificaciones de los marcos teóricos (categorías y principios directores), desplazamientos que han afectado a los campos de investigación y a las problemáticas, reorganizaciones que han afectado a las estructuras conceptuales y a la significación de los datos empíricos.

Esto es lo que justifica los estudios de «análisis de la materia», que aparecen como imprescindibles para elaborar las estructuras de los diferentes niveles conceptuales, en relación con los campos de investigación explorados o invocados en la enseñanza. Particularmente, es necesario poder oponer explícitamente un nivel a aquéllos que le preceden o le suceden, marcar las alternativas de progresión posibles, con sus condiciones y sus consecuencias sobre los campos de validez. En la mayoría de los casos, el análisis de la materia no proporciona sin embargo más que orientaciones, es decir, indicaciones que deben ser relativizadas en la práctica educativa, pues las formulaciones, los campos de validez, las estructuras conceptuales y de destrezas dependen estrechamente de los procedimientos pedagógicos adoptados (el problema científico, el papel y el estilo del maestro, el rol de la manipulación y la documentación, etc.).

Se puede plantear aún una cuestión fundamental, sin que la abordemos en este documento; *¿cómo se eligen los conceptos fundamentales?* Los consensos que se suelen dar sobre esto son a menudo engañosos; hay otras opciones, con diferentes consecuencias sobre las aptitudes que implican. El examen de estas aptitudes muestra que de hecho estas elecciones son elecciones implícitas, no de conceptos, sino de grandes tipos de prácticas, que incluyen las representaciones que nos hemos hecho en un momento dado: prácticas del investigador, del ingeniero, del técnico, del obrero, del ama de casa, etc. Toda discusión sobre lo concreto y lo abstracto, por ejemplo, no tiene sentido más que si estas elecciones son explícitas. Un estudio más sistemático de la «estructura de las disciplinas» podría facilitar estas elecciones haciendo surgir otras posibilidades.

## EL CAMPO CONCEPTUAL DE LA REPRODUCCION

La mayoría de los biólogos actuales tienen la tendencia de agrupar bajo el término de Reproducción un conjunto de fenómenos que van desde la formación de los gametos al crecimiento de las crías, de la meiosis a la partenogénesis pasando por la bipartición, los ciclos y comportamientos sexuales. Sean diferentes modos de reproducción, sean mecanismos necesarios, sean momentos específicos: el resultado de esta multitud de posibilidades constituye la producción de nuevos seres vivientes. Nos limitaremos en esta presentación rápida a ilustrar el interés del acercamiento histórico-epistemológico para los fines pedagógicos, teniendo en cuenta dos aspectos. En primer lugar es interesante centrarnos sobre las palabras en sí mismas para preguntarnos acerca de su evolución: de forma sucesiva han sido empleadas las palabras generación, desarrollo y evolución, a continuación se ha calificado la reproducción de asexual por un lado y de sexual de otro. Igualmente nos sería útil examinar la evolución de las connotaciones de una palabra durante un período de tiempo, para obtener información sobre el contexto en que se emplea, es decir, sobre las cuestiones a las que pretende responder. Llegaremos así a una clarificación del sentido actual de esta palabra.

A continuación, puede sernos igualmente útil, como se dice en la introducción a este documento, el interesarnos en el contenido en sí del concepto. De todos modos este trabajo se centrará en: la fecundación, una vez vista la amplitud del campo conceptual reproducción. Centraremos nuestra atención en su construcción y, en especial, sobre las dificultades que han surgido históricamente. Para intentar mostrar, y esto tiene indudablemente consecuencias pedagógicas, la lentitud de una construcción conceptual, los campos a partir de los que toman sus significados, los desvíos necesarios y los obstáculos a sobrepasar.

Igualmente, puede ser mencionado un tercer aspecto que no trataremos aquí. Es un trabajo de «balizamiento histórico» complementado con un trabajo con los investigadores científicos que se ocupan de esta faceta (la reproducción) en la actualidad con el fin de establecer un currículo. Se trata de un trabajo previo que tiene por objeto la naturaleza, el contenido y organización del saber que pretendemos enseñar.

Un trabajo tal trata de establecer la trama conceptual cubierta por el término habitual de reproducción. Comporta un inventario de los diversos elementos racionales, de su colocación en las tramas internas y de la búsqueda de las relaciones externas, es decir, de los otros conceptos indispensables que dan un sentido y que constituyen los cimientos del campo conceptual estudiado.

### ¿Por qué un perro engendra un perro?

El término de reproducción es un término relativamente reciente: se le atribuye a Buffon y data de 1750. Buffon centra el énfasis semántico sobre la identidad dentro de un contexto donde es frecuente el hablar de las «producciones de la naturaleza». Se trata de un fenómeno de replicación de idénticos, por el cual la naturaleza tiene el poder de reproducir de nuevo. Parece ser el sentido que actualmente se atribuye el término «regeneración». Se habla de re-producción o reproducción a propósito de ciertos animales: cangrejos, lagartijas que, al amputárseles algunos de sus miembros tienen la facultad de renovarlos. Su sentido se amplía a lo que actualmente constituye la reproducción asexual: yemación, bipartición, antes de ser generalizado por Buffon como el fenómeno por el que los seres vivientes tienen el poder de producir sus semejantes.

La reproducción es aún considerada como la prolongación del crecimiento. Para Buffon los seres vivientes difieren de los seres inorgánicos al estar formados de partículas especiales: las moléculas orgánicas. Estas moléculas universales, indestructibles y extendidas por doquier son asimiladas durante la nutrición. Se reparten por todo el cuerpo donde reciben una huella, un sello especial. En tanto el animal crece, se van añadiendo en el interior de la materia viviente donde reciben una identidad específica: «fenómeno de intrasucepción». Al término del crecimiento, o bien sirven en eventuales divisiones o yemaciones, bien van a las partes genitales para reproducir un nuevo ser viviente. Esta

concepción de la reproducción se mantiene hasta el fin del siglo XIX... hasta las «gémulas» de Darwin.

Anteriormente, durante un largo período que va desde la antigüedad hasta el siglo XVII, el término que nombra a estos fenómenos es el de generación. La connotación esencial es la de transmisión de un orden: los padres engendran un poder sobre la materia. Según Aristóteles el padre imprime su forma, es «el escultor» mientras que «la madre es el mármol» (proporciona la materia), y «el niño es la estatua».

Por el contrario en Hipócrates encontramos la misma idea, pero, según él, cada progenitor proporciona al mismo tiempo la materia y los elementos organizadores de ésta.

Hay que hacer constar también un corto período intermedio en el siglo XVII donde este conjunto de fenómenos no es admitido, pues ningún animal, ninguna planta engendra a otros. Todos los seres vivientes han sido creados de una vez por todas. Están preformados y están, según las escuelas, o bien diseminados, o bien encajados los unos en los otros en los óvulos o los espermatozoides. Sólo se tiene en cuenta y preocupa a los investigadores, pues, un fenómeno de crecimiento.

Vemos pues que, a lo largo de la historia, las concepciones sobre estos fenómenos han evolucionado ampliamente. Esta evolución se ha traducido en palabras diferentes: generación, crecimiento, reproducción, que especifican las preocupaciones de la época.

Constatamos igualmente que el mismo término de reproducción puede incluir sucesivamente sentidos diferentes y aún contradictorios. Así para Buffon «reproducirse es fabricar su igual, su gemelo idéntico, su copia idéntica». Su connotación esencial es, por tanto, la importancia de la identidad. Por el contrario, a partir de los trabajos de Weismann y sobre todo, de las investigaciones genéticas, el énfasis se pone en la innovación. Y esta innovación se sitúa a dos niveles. En principio, por la fecundación, los genes de los progenitores se encuentran asociados en nuevas combinaciones, a continuación y sobre todo, el fenómeno necesario de la meiosis permite nuevas asociaciones de cromosomas, reorganizaciones de la propia estructura de cada uno de ellos (crossing over) y errores de copia siempre posibles en la duplicación del ADN (mutaciones), cada una de estas modificaciones permite a su vez la aparición de un ser nuevo, hasta el punto de que cada vez que la sexualidad interviene no hay re-reproducción, al menos en el sentido estricto que le ha dado el lenguaje corriente, que era el sentido en el que lo empleaban Buffon y sus coetáneos.

Desde el punto de vista pedagógico, este repaso histórico saca a la luz las diversas connotaciones sucesivas que toma la palabra reproducción según los distintos capítulos de la historia mostrados. Algunos libros utilizados en el segundo ciclo, y también en los primeros años del superior, tienen el arte de embrollar las ideas de los alumnos, utilizando el mismo término en las diferentes connotaciones y además puede suceder que los estudiantes no posean el marco de referencia que les permita percibir las múltiples facetas del término y, por tanto, de su campo conceptual.

Este breve desarrollo histórico nos permite, del mismo modo, comprender por qué continuamos utilizando el término de «reproducción sexual» y por qué este término constituye uno «de los peores contrasentidos que un biólogo pueda expresar».

Es pues quizás necesario denunciar un término que se ha pervertido y que hace peligrar la comprensión del concepto por parte de los alumnos. El término de reproducción en el sentido buffoniano no se aplica más que a lo que se califica habitualmente como reproducción asexual. El término de sexualidad, en lugar del de reproducción, aunque sea calificada como sexual, parece actualmente más adecuado, si aquél no tuviera connotaciones sociales, completamente diferentes.

### **Uno+uno= otro distinto**

Actualmente la educación de la sexualidad es relativamente simple: un espermatozoide + un óvulo da un huevo (célula con un programa genético para realizar un nuevo individuo de la misma especie).

Sin embargo este fenómeno biológico no fue comprendido sino muy recientemente:

Spallanzani (1780) con la influencia del esperma, Hestwig (1875) con la fusión de los núcleos. En cuanto al aspecto genético de la cuestión, la comprensión de los problemas aún no es total (en concreto en cuanto a lo que concierne a la realización y a la regulación del programa).

¿Cómo explicar tales obstáculos en la elaboración de un concepto que parece hoy día tan simple? En un primer momento podemos adelantar los problemas técnicos: la dificultad de percibir los gametos masculinos y los gametos femeninos de los mamíferos, pero esto no lo explica todo, especialmente no explica el lapso de dos siglos entre el momento en que fueron descritos y la fecha en el que jugaron un papel conceptual. De Graaf descubre el folículo ovular en la coneja en 1672. Un estudiante de Dantzig (Louis de Hamm) observa los espermatozoides en 1677 en el esperma humano y Leeuwenhoek, siguiendo las indicaciones de la Academia Real de Londres, los encuentra en todas las especies. Podemos constatar lo mismo en cuanto a la fecundación propiamente dicha, Spallanzani describe lo que hoy día llamamos la fusión de los núcleos, pero no sabrá qué hacer con ella, y el problema permanecerá así durante un siglo más.

La observación de los hechos ha sido pues necesaria, nadie podría negarlo, pero ha resultado insuficiente para llevar a la elaboración de este modelo relativamente simple. Debemos pues interrogarnos acerca de las teorías vigentes en la época y subrayar la dificultad de interpretar, o simplemente de tener en cuenta, ciertos hechos. Este acercamiento nos ha llevado a preguntarnos si las «representaciones científicas» que tenía el investigador de los siglos XVII y XVIII, no han jugado un papel enmascarador en el análisis y la comprensión de hechos descubiertos por él mismo, por sus contemporáneos e incluso por sus predecesores.

Históricamente, podemos clasificar las múltiples teorías que han servido de marco de referencia a estas observaciones en dos grandes corrientes de pensamiento: los preformistas y los epigenistas. No es nuestro propósito aquí el describirlas en detalle, pero digamos simplemente que los preformistas concebían una estructura preexistente que se desarrollaba. Esta estructura podía estar contenida en el huevo (preformista ovular) o en los espermatozoides (preformista animalista). Estas estructuras podían estar encajadas unas en otras (de forma que «en los óvulos de Eva estaban contenidas todas las generaciones posteriores hasta el fin de los siglos») o bien diseminadas en el aire donde «ellos (los gérmenes) se movían y los animales visibles los tomaban todos mezclados, bien por la respiración, bien por la nutrición y, de ahí, los que correspondían a su especie iban a las partes masculinas, adecuadas a su almacenamiento y nutrición, pasando a continuación a las hembras, donde se encontraban con los huevos, de los que se apoderaban para desarrollarse».

Los epigenistas, por el contrario, concebían la emergencia, la aparición progresiva de nuevas estructuras por etapas, a partir de la materia desorganizada. Los mecanismos y las causas formuladas han sido múltiples tanto en la antigüedad, como en los siglos XVII y XVIII. Para Pitágoras la sangre de las reglas formaba las partes groseras del feto: la carne, huesos, pelos, nervios; en tanto que las partes sutiles: los sentidos, el alma, provenían del esperma por medio de un vapor tibio: el aura seminal.

Hipócrates pensaba que cada sexo proporcionaba un humor prolífico especial y que cada uno jugaba igual papel en la formación del embrión, pareciéndose el niño al que más hubiera proporcionado.

En cuanto a Descartes, continuaba haciendo derivar el embrión animal de la «mezcla confusa de dos humores», cada uno sirviendo de levadura al otro; «se recalientan de forma que algunas de sus partículas, al adquirir la misma agitación que tiene el fuego, se dilatan y presionan a las otras y, por este medio, las disponen poco a poco en la forma que se requiere para formar los miembros».

El final del siglo XVII y el siglo XVIII es un momento particularmente asombroso con, de un lado, los epigenistas que siguen hablando de mezcla de simientes, «de humores», en tanto ya se han descrito los gametos y publicado ampliamente sus estructuras. De otro lado, los preformistas, mientras Harvey y a continuación Wolf (después de Aristóteles) han hecho evidente la embriogénesis, es decir, el desarrollo progresivo de estructuras nuevas. Si analizamos esta teoría, los preformistas pueden argüir un cierto número de

hechos, que podrían ser considerados como experiencias cruciales, como el descubrimiento de la partenogénesis de los pulgones por Bonnet. Pero, seguramente, no tendrían en cuenta otros argumentos que destruyen esta interpretación como el pólipo de Tremblay, la regeneración de la pata del cangrejo, el parecido material del niño con sus padres o simplemente, los híbridos como el mulo. Spallanzani constituye otro interesante ejemplo; por medio de una serie de experiencias muy interesantes, pone en evidencia la acción necesaria y directa por contacto físico de los espermatozoides. Sin embargo, extrae conclusiones falsas: «el espermatozoide es un excitante que actúa sobre el corazón», pues al ser preformista no sabía qué hacer con el gameto macho como elaborador de estructuras nuevas. Encuentra entonces un argumento decisivo al hacerlos pasar por muertos.

¿En qué obstáculos podemos pensar para intentar comprender la resistencia de estas representaciones a pesar de la existencia de hechos en su contra? De un lado, los preformistas que no pueden hacer derivar un ser viviente de la sustancia amorfa, pero que al mismo tiempo no tienen los instrumentos para poder concebir cómo dos estructuras (el óvulo y el espermatozoide) pueden engendrar una tercera que es diferente, mientras sigue teniendo progenitores. Por otro lado, los epigenistas que combaten los hechos demostrados argumentados por los preformistas, refutando sus implicaciones, pues los epigenistas son igualmente partidarios de la generación espontánea y de la evolución de las especies, explicaciones que les prohíbe el preformismo.

Este rápido repaso ilustra la idea de que la construcción de los conceptos no es ni acumulativa, ni evidente. Las teorías en vigor no se constituyen por adición sucesiva de hechos nuevos. Además, las ideas admitidas no se dejan fácilmente desplazar por los hechos. La sumisión a los hechos no existe sino a posteriori, cuando se ha instalado una teoría y sirve de parrilla de análisis para interpretar las informaciones puestas en evidencia por las observaciones y las experiencias. Desde el punto de vista pedagógico, un acercamiento tal tiene que ser relacionado con los logros de la epistemología genética, es decir, del acercamiento de psicología cognitiva clínica. Estos dos acercamientos sirven como punto de referencia para comprender los mecanismos de estructuración que se encuentran en la mente del alumno. Ponen el énfasis en la dificultad de modificar los modelos de los alumnos (cuando a veces el profesor ha conseguido previamente convencer al alumno para que los cambie) por medio de una representación de los hechos.

Parece deseable un estudio más profundo de este cambio, de hecho, la historia del problema nos hace dudar de la idea, extendida, de la evolución de las teorías por encajamiento: la teoría de Newton amplía el campo de comprensión, a la vez que engloba, de la teoría de Copérnico; la teoría de la gravitación se engloba a su vez en la teoría general de la relatividad. La elaboración del concepto de reproducción parece mostrar una reorganización constante de las ideas en la forma de «navegación entre dos polos contradictorios, sirviendo por turno de punto de referencia y de centro de repulsión».

Además, en contra de las ideas pedagógicas actualmente en curso, esta progresión no parece tener razones internas. Esta construcción se basa sobre cuestiones externas (generación espontánea, fijacionismo-evolución, actualmente herencia y diferenciación celular) y sobre herramientas exteriores, las dos últimas en el tiempo son las de la célula y la de la información genética. Estas herramientas son otros conceptos indispensables en la comprensión de los mecanismos. Constituyen su «cimentación operatoria», por la trama de relaciones necesarias que se establecen entre ellos.

¿Y los hechos, cómo intervienen en esta construcción?

Constatamos que son reducidos al nivel de materiales, de soportes indispensables para establecer una teoría, pero son manejables a voluntad. Incluso si varios hechos van en contra de una teoría, ésta puede mantenerse con la ayuda de los que podemos llamar hipótesis anexas: el ejemplo del Mulo es indicativo. Parece pues que una posición pedagógica se debe buscar más bien en la reciprocidad «hecho-teoría». Pues si los hechos no deben ser considerados ya como un punto de partida los que se pueden inferir teorías, si los hechos «cruciales» no existen, tampoco es cuestión de negarlos aquí.

Ocupan su lugar en la construcción del saber. Pero los hechos descubiertos por el alumno o presentados por el maestro no tienen sentido sino en función de la anterior estructuración dentro de la que se insertan.

El interés de un hecho desde el punto de vista pedagógico parece implicar pues una confrontación real entre los objetos y el marco de referencia del alumno, una reorganización de los datos con el fin de permitirle substituir sus representaciones por otras más operatorias.