

Enseñar las ciencias experimentales

Didáctica y Formación

Enseñar las ciencias
experimentales
Didáctica y Formación

Enseñar las ciencias experimentales Didáctica y Formación

Georges SOUSSAN

Profesor honorario de las Universidades

Ex Director del servicio de formación de docentes
y del laboratorio de investigación en didáctica de las ciencias
Universidad París XI Orsay

georges.soussan@aptitude-formation.com



Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe

Se puede reproducir total y parcialmente el texto publicado, siempre que se indique la fuente.

Los autores son responsables por la selección y presentación de los hechos contenidos en esta publicación, así como de las opiniones expresadas en ella, las que no son, necesariamente, las de la UNESCO y no comprometen a la organización.

Publicado por la Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe, UNESCO/Santiago.

Traducción: Carlos Iturra.

Diseño: Jenny Pitteloud.

ISBN: 956-8302-05-0

Impreso en Chile por Andros Ltda.
Santiago de Chile, septiembre 2003.

índice

Prólogo	11
Presentación	13
Introducción	19
LAS ETAPAS DEL PROCESO DE UNA FORMACIÓN	25
1. Primera etapa: cuestionamiento	25
1.1. Examen de la vida profesional cotidiana	25
1.1.1 Problemas en relación con los alumnos	25
1.1.2. Problemas en relación con la disciplina	26
1.1.3. Problemas relativos más específicamente al profesor	26
1.2. Evolución de las problemáticas de profesores de ciencias experimentales en formación	27
2. Segunda etapa: análisis	28
2.1. Examen de un alumno en situación de aprendizaje	29
2.2. El profesor socio del alumno en la construcción de su saber	30
2.3. Problemáticas de formación	32
LOS FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA LA ELABORACIÓN DE UNA DIDÁCTICA	37
1. ¿Qué es aprender?	37
1.1. Hipótesis relativas a la construcción del conocimiento y a las condiciones favorables a esta construcción	37

1.1.1.	Construcción del conocimiento = búsqueda de respuestas a una pregunta	37
1.1.2.	Construcción del conocimiento = reutilización de conocimientos de experiencias anteriores	38
1.1.3.	Construcción del conocimiento = actividad intelectual diversificada del sujeto que aprende, suscitada por interacciones con lo real	38
1.1.4.	Construcción del conocimiento = conflicto entre conocimientos anteriores y nuevos	39
1.1.5.	Construcción del conocimiento: dominio de un lenguaje	39
1.1.6.	Construcción del conocimiento = estructuración en redes conceptuales	40
1.1.7.	Construcción del conocimiento = actividad social	40
1.1.8.	Construcción del conocimiento = adquisición de competencias	41
1.2.	Multiplicidad de los actos y de los lugares de aprendizaje	41
2.	Definición del campo de la didáctica: estudio sistémico	41
3.	Marco teórico para definir los contenidos y métodos de una enseñanza científica para niños y niñas de 11 a 14 años	43
3.1.	La psicología del niño	44
3.2.	La epistemología de las ciencias	45
3.3.	Procesos científicos	45
3.4.	Procedimiento de Análisis-Síntesis	45
3.5.	La teoría de los aprendizajes	45
4.	Los Contenidos. Generalidad	46
LOS FUNDAMENTOS DE LA ACCIÓN DIDÁCTICA		49
1.	Los objetivos	49
1.1.	Los objetivos generales	49
1.2.	Los objetivos concretos u objetivos de aprendizajes	50
1.3.	Los objetivos didácticos	50
2.	Elaboración de una didáctica	50
2.1.	Elementos para la elaboración de una didáctica	50
2.2.	Expresión de los objetivos específicos de la didáctica	51
2.3.	Operacionalización de estos objetivos	51
3.	La acción didáctica	52
3.1.	Las diferentes etapas de la acción didáctica	52
3.2.	Las prácticas didácticas	53
3.2.1.	Las secuencias de clases	53
3.2.2.	Recopilación de las representaciones del grupo-curso	55
3.2.3.	Expresión de los obstáculos	57
3.2.4.	Reutilización de conocimientos de las experiencias adquiridas	57
3.2.5.	Control-aprendizaje	58
3.2.6.	Fichas de trabajo alumno	58
3.2.7.	Las herramientas didácticas	59

LAS REDES CONCEPTUALES	63
Introducción	63
1. Una herramienta: la red conceptual	65
1.1. Referencias bibliográficas	65
1.2. Descripción de la herramienta	65
1.3. Los tipos de representaciones espaciales	65
1.4. Procedimientos de elaboración de las redes	66
1.4.1. Construcción de una red en curso de aprendizaje	66
1.4.2. Construcción de una red a partir de un texto	66
1.4.3. Construcción de una red sobre un tema	67
2. Utilización de las redes en didáctica	69
2.1. Red: herramienta para el trabajo personal de los alumnos	69
2.2. Red: procedimiento de evaluación	70
2.3. Red: herramienta para el profesor para prever su enseñanza	70
2.3.1. Análisis conceptual del campo científico	71
2.3.2. Redes de expertos	71
2.3.3. Marcos de referencia alumno	71
2.4. Redes: herramientas para la clase	72
Introducción - Problemática general	72
2.4.1. Redes de aproximación de un campo de conocimientos	73
2.4.2. Redes que involucran un campo de conocimientos	75
2.4.3. Redes parciales	77
2.4.4. Red: síntesis de un campo conceptual	79
VIRTUDES Y MEDIOS	83
1. Necesidad de un conjunto coherente de métodos de trabajo	83
2. Elementos de metodología-elaboración de herramientas didácticas	86
2.1. Expresión de las intenciones y objetivos generales	86
2.2. Estudio del contenido disciplinario	86
2.2.1. Las nociones	86
2.2.2. Los métodos de razonamiento y procesos	87
2.3. Consideración de las características de los alumnos	88
2.4. Definición de los objetivos de aprendizaje	88
2.5. Elaboración de las secuencias de clases	88
2.6. Análisis después de la clase	89
APROXIMACIÓN DE LA DIDÁCTICA POR SITUACIONES CONCRETAS	95
1. Enseñar química en la secundaria básica	96
1.1. Introducción del modelo en química	96
1.1.1. Análisis del proceso	97
1.2. Análisis del contenido disciplinario	97
1.2.1. Análisis conceptual a partir del texto del programa	97
1.2.2. Elaboración de sistemas de referencia nocionales: construcción de una red nocional alumno	98
1.2.3. Definición de los aprendizajes de nociones; expresión de los diferentes niveles de aprendizaje de los conceptos fundamentales	98
1.3. Construcción de una progresión	101
1.4. Construcción de una secuencia	101

ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE APRENDIZAJE.	
PRESENTACIÓN DE ALGUNOS RESULTADOS	107
1. Conocimiento de los procesos de aprendizaje	107
2. Los obstáculos	108
3. El cuestionamiento	109
MARCO DE REFERENCIA - CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO	111
ANEXO	119
BIBLIOGRAFÍA	131

Prólogo

El Proyecto Regional de Educación para América Latina y el Caribe (PRELAC) aprobado por los Ministros de Educación en la reunión en La Habana, Cuba (noviembre 2002) pone el énfasis en cinco focos, siendo los docentes y el fortalecimiento de su protagonismo en el cambio educativo para que respondan a las necesidades de aprendizaje de los alumnos uno de los más importantes.

Asimismo, se plantea la necesidad de resituar la enseñanza de las ciencias de manera de asegurar una formación científica de calidad en el marco de una educación para todos. Esto no será posible si no se cuenta, en la región, con docentes bien preparados, que puedan ser los verdaderos autores de los cambios educativos.

En el caso particular de la adquisición de conocimientos científicos la situación parece aún más compleja, ya que se viene arrastrando una situación en la cual no sólo se da una gran inequidad en la adquisición de los conocimientos sino que la mayoría de los alumnos no son atraídos por las clases de ciencias, pierden interés y las encuentran difíciles. Si estamos convencidos del aporte que la educación científica hace a la formación ciudadana, esta situación debe ser revertida con rapidez. Eso nos conduce a prestar especial atención a los procesos en el aula.

En este marco la Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe ha venido desarrollando un intenso trabajo para el perfeccionamiento de la enseñanza de las ciencias, que ha permitido, por un lado, conocer las fortalezas y las necesidades de la región en este tema y, por otro, crear un clima de cooperación, intercambio fluido y confianza para el trabajo conjunto entre la UNESCO, los Estados Miembros, las universidades y los docentes.

Con ese propósito hemos creado la Red de Educación Científica. Esta Red, definida por los Ministros como un importante apoyo al PRELAC, es un espacio de intercambio, de producción de conocimientos y de diálogo abierto y permanente, de manera que, a partir de un trabajo conjunto y colectivo, se pueda cambiar la realidad de la enseñanza de las ciencias en la educación básica y secundaria en nuestros países.

Para promover la discusión y la reflexión nos parece importante poner a disposición de los docentes distintos tipos de documentos que ayuden a analizar las prácticas cotidianas en el aula, y faciliten la construcción de nuevas maneras de enseñar ciencias.

Es con gran interés que ponemos hoy a disposición de todos los docentes de la región, de los formadores e investigadores el libro "Enseñar las ciencias experimentales. Didáctica y Formación" con el deseo que se convierta en una herramienta útil para promover la discusión y para facilitar la reflexión acerca de las prácticas cotidianas.

Ana Luiza Machado
Directora
Oficina Regional de Educación de la UNESCO
para América Latina y el Caribe
UNESCO/Santiago

Presentación

El nuevo siglo en nuestra región ha comenzado reafirmando el consenso respecto a la importancia y a la urgencia de mejorar la calidad y la equidad de la educación a nivel regional, temas que las reformas educativas de las últimas décadas no han podido resolver de manera satisfactoria

Asimismo el desarrollo científico ocurrido en el siglo pasado ha tenido y promete seguir teniendo una influencia en temas de gran importancia para la humanidad, como la salud, la alimentación, los recursos energéticos, la conservación del medio ambiente, el transporte, las comunicaciones y las tecnologías de la información, así como en otras condiciones que influyen sobre la calidad de vida del ser humano. No obstante, no se pueden ocultar los riesgos existentes a la hora de decidir las aplicaciones del progreso científico ni el papel de instrumento de opresión que sus aplicaciones pueden jugar en determinadas situaciones.

Consideraciones como las anteriores nos han llevado a evidenciar la necesidad de un nuevo contrato entre Ciencia y Sociedad; de manera que el progreso científico se oriente hacia la resolución de los grandes problemas que sufre la humanidad, lo que implica el compromiso de todos y cada uno de los sectores y actores de la sociedad.

La nueva relación Ciencia/Sociedad sólo podrá existir si todos los ciudadanos y ciudadanas poseen una formación y cultura científica que les permita comprender y administrar la vida cotidiana, enfrentar e integrarse de manera crítica y autónoma a ella y ser capaces de tomar decisiones.

Sin embargo, el vertiginoso avance científico ha traído como consecuencia un aumento de la brecha existente entre quienes poseen el conocimiento científico y el resto de la población.

La educación de base debería asegurar la adquisición de una cultura científica, la que deberá ser ampliada y reforzada en la educación secundaria en el marco de una educación para todos, que contribuya a la formación de los alumnos -futuros ciudadanos y ciudadanas- para que sepan desenvolverse en un mundo impregnado por los avances científicos y tecnológicos, para que sean capaces de adoptar actitudes responsables, tomar decisiones fundamentadas y resolver los problemas cotidianos.

Esta cultura científica se logrará a través de una nueva enseñanza de las ciencias, que se oriente hacia una ciencia para la vida y para el ciudadano, superando así el tradicional enciclopedismo de los programas actuales.

En educación muchos han sido los esfuerzos por crear y promover programas, proyectos y acciones que involucren innovaciones y cambios en distintas dimensiones, tales como la gestión, los contenidos, los materiales y que de una u otra forma tendieran a dar respuestas al desafío de calidad/equidad.

Muchos de ellos, no obstante, han olvidado que mejorar la calidad de la educación pasa por profundos cambios en los procesos pedagógicos en el aula, y por lo tanto, en la formación de los docentes y en las maneras como éstos encaran el desarrollo de su labor en el centro educativo.

La concepción de la enseñanza y del aprendizaje ha sufrido cambios significativos con importantes consecuencias sobre la manera de entender cómo los estudiantes aprenden y por lo tanto cómo se debe enseñar.

Así el papel del docente, que hasta hace poco tiempo se reducía, en la mayoría de los casos, a impartir clases, debió ser sustituido por la concepción que la labor docente implica la asociación a tareas de innovación e investigación.

Del mismo modo las tareas tradicionales de los docentes se han diversificado, ya que cada vez más los profesores deben prestar atención a niños, adolescentes y jóvenes con historias, trayectorias, situaciones, capacidades y expectativas muy distintas.

En este contexto también debemos mencionar que se ha mantenido una enseñanza de las ciencias experimentales poco accesible a todos, en la cual sólo unos pocos alumnos se sienten atraídos por las clases de ciencias experimentales, mientras que la mayoría se aburre, les resulta difícil y pierden el entusiasmo.

Por lo anteriormente expuesto, desde el Programa de Educación Científica de la Oficina Regional de Educación de la UNESCO, para América Latina y el Caribe, hemos entendido que una forma de promover una nueva enseñanza de las ciencias en la región es la creación de espacios de discusión e intercambio entre docentes e investigadores en didáctica de las ciencias, de manera que los docentes no sólo sean actores en los procesos de cambios sino autores de los mismos.

El hecho que en la educación secundaria un mismo grupo de alumnos tenga distintos profesores, produjo un acostumbramiento al trabajo de cada profesor, de tipo individual, siendo que hoy en día cada vez más se debe entender la tarea docente como una tarea grupal y colectiva.

El libro que presentamos pretende contribuir a la discusión de los docentes, ser una herramienta, entre otras, para promover la reflexión y el intercambio.

El autor nos señala la importancia del análisis, en grupo de docentes, sobre los distintos aspectos que hacen al proceso de aprendizaje, antes, durante y después de la clase y enfatiza la necesidad que toda opción docente debe estar basada en la toma de posición fundamentada, superando así la aplicación de modas o modelos, que muchas veces poco tienen que ver con la realidad, los intereses y las posibilidades de los actores del proceso de aprendizaje.

Además quisiera destacar que este documento va más allá de un análisis de los temas tratados, presenta una muy importante búsqueda de nuevas metodologías para posibilitar que los alumnos, interactuando con sus pares, sean los protagonistas en la construcción y apropiación del conocimiento. Un conocimiento que, sin descuidar los contenidos conceptuales, pone énfasis en los contenidos procedimentales, actitudinales y valóneos. Alcanzar estos contenidos impone la búsqueda de metodologías distintas a las tradicionales, que coloquen a los alumnos no sólo en condiciones de aprender a conocer, sino y además aprender a hacer, aprender a ser, aprender a emprender y aprender a vivir juntos y a convivir. Este desafío implica por un lado

replantearse qué contenidos se transformarán en objeto de enseñanza y de aprendizaje y, por otro, cómo los docentes pueden facilitar realmente y significativamente la construcción y apropiación de éstos conocimientos

Es por ello que el autor insiste que no es un libro para leerse linealmente, sino que propone y pretende que sea un verdadero instrumento formativo que le permita a cada docente o al grupo de docentes estructurarlo de acuerdo a sus propias necesidades.

Pensamos que es un documento de utilidad para los docentes ya que evidencia posibles formas de viabilizar los cambios necesarios para mejorar los aprendizajes en ciencias de los alumnos. Esperamos que se transforme en un aporte iluminador y orientador en esa búsqueda de nuevas maneras de enseñar ciencias para asegurar adquisiciones de calidad, y que su discusión conduzca a un cuestionamiento de las prácticas que habitualmente se desarrollan en nuestras aulas.

Asimismo nos parece importante destacar que es un documento que acerca a la reflexión elementos surgidos de la investigación en didáctica de las ciencias en una íntima interacción con el aula.

Sólo deseamos que este libro pueda alimentar el intercambio, enriquecer el trabajo de grupos de docentes, facilitar el crecimiento de cada uno como docente y suscitar el deseo y la necesidad de buscar, de innovar y de seguir buscando, pues sólo así estaremos preparados para guiar y contribuir al crecimiento y al desarrollo de nuestros alumnos y alumnas, únicos destinatarios de todos estos esfuerzos.

Beatriz Macedo
Especialista Regional
UNESCO/Santiago

Este documento se fundamenta en años de trabajo de investigación y de experimentación en clases por parte de profesores, quienes han contribuido a la construcción de todas estas propuestas. En forma muy especial quiero referirme a la Prof. Christiane SIMON, profesora de secundaria, quien participó activamente en la investigación realizada en el marco de mi laboratorio y en la experimentación en sus clases.

Introducción

Este libro es el resultado de más de diez años de investigación y de reflexión realizadas en colaboración con profesores de secundaria básica en la universidad Paris-sud Orsay, Francia, bajo la responsabilidad del autor.

Las fuentes de este trabajo provienen de los datos recabados en los cursos de enseñanza secundaria básica y en las prácticas de formación de docentes en la didáctica de las ciencias.

Este libro no apunta principalmente a la información del lector, sino que pretende ser una **herramienta de trabajo** que él debe utilizar de acuerdo con sus necesidades, según las preguntas que se haga en relación con su vida profesional y los obstáculos ante los cuales se encuentre.

Este documento propone pistas de reflexión, métodos para trabajar de otra forma, actividades realizadas en clases a título de ejemplos.

Es una **herramienta de formación** del docente para incentivarlo a comenzar un proceso de cambio y asistirlo en ese proceso, proponiéndole conocimientos teóricos y métodos para que su forma de enseñar progrese y se adecue a las necesidades de los alumnos y las finalidades definidas del sistema educativo.

De hecho, el sistema educativo tiene la imperiosa necesidad de evolucionar implementando las condiciones de una escuela de éxito, de adaptación, de integración y de eficiencia. Todos los procesos de cambio de reforma y renovación pasan, en su aplicación en clase, por los docentes.

Es ésta la razón por la que la formación de los docentes es una condición del éxito de esta evolución.

La problemática de la formación de los docentes es un tema prioritario; está en el centro de la evolución del sistema educativo.

Lo anterior implica para el docente el control de los contenidos que se impartirán, pero también la aptitud de administrar los aprendizajes y de incorporar más ampliamente su acción en el entorno educativo y social. El docente debe ser un profesional experto en la transmisión y la apropiación de los conocimientos. Debe poseer a la vez una capacidad profesional y conocimientos.

El docente es el agente mediante el cual la escuela toma en cuenta la realidad de los alumnos y se adapta a su diversidad. Es también a través de él que el alumno va a superar sus dificultades personales para ser capaz de apropiarse de lo que la escuela puede aportarle.

Enseñar es un "oficio" que requiere un aprendizaje. La posesión del conocimiento académico (se trata de conocimientos ligados a las disciplinas impartidas), **condición indispensable** es, sin embargo, insuficiente y se consideran necesarios otros conocimientos más profesionales.

El docente formado es el que, mediante sus prácticas, es capaz de movilizar los medios y las competencias que se necesitan para alcanzar objetivos determinados en una situación dada. La formación de los docentes consiste en trabajar con los conocimientos y prácticas en sus diversos niveles e identificar los puntos donde pueden articularse estos conocimientos con estas prácticas. Entre las **competencias profesionales** por adquirir podemos citar las que permiten:

- organizar un plan de acciones didácticas disciplinarias
- preparar y poner en práctica situaciones de aprendizajes
- diferenciar los objetivos de aprendizajes a partir del programa
- elaborar una progresión y secuencias de clase
- analizar los diferentes obstáculos
- regular el desarrollo de una situación de aprendizaje y evaluarlo
- manejar los fenómenos relacionales
- proporcionar una asistencia metodológica a los alumnos
- trabajar en equipo disciplinario e interdisciplinario
- utilizar las técnicas de comunicación multimedia

En la puesta en juego de estas competencias, el docente moviliza un cierto número de **conocimientos**. Son estos conocimientos articulados con **formaciones prácticas** que deben constituir la base de la formación de los docentes. Podemos agrupar dichos conocimientos en torno a tres polos.

1. Los conocimientos ligados a la identidad de las disciplinas. El dominio de los conocimientos y de los métodos propios de los contenidos que se deben enseñar se encuentra en la base de la formación específica.
2. Los conocimientos relativos a la gestión de los aprendizajes:
 - los aspectos didácticos y pedagógicos de la disciplina enseñada
 - la evolución de los métodos didácticos
 - los aspectos de la psicología cognitiva, los procesos mentales que el alumno pone en juego durante los aprendizajes
 - los diferentes dispositivos de evaluación.
3. Los conocimientos relativos al sistema educativo: conocimientos de la institución escolar, su organización, sus finalidades y especialmente los ligados a las necesidades de la sociedad.

Esta obra trata únicamente sobre la didáctica de las ciencias y supone el **dominio de los conocimientos académicos**. Es fundamental poseer los conocimientos de las disciplinas que se deben enseñar. Sin embargo, la presente obra puede ayudar a profundizar dichos conocimientos académicos al construir herramientas didácticas que le serán propuestas (ver, por ejemplo, la construcción de redes conceptuales de referencia para el profesor, páginas 100 y anexo RED 1).

Proponemos a los lectores que se involucren en un proceso de reflexión y de experimentación con el fin de ayudarlos a realizar una enseñanza coherente con las finalidades establecidas y las necesidades de los niños y niñas.

Nuestro objetivo es ayudar a que los profesores adquieran las competencias necesarias. El proceso que proponemos tiene como objetivo:

- poder identificar todos los componentes de una situación y evaluar su impacto en el problema planteado
 - utilizar procedimientos de aprendizajes que permitan poner en evidencia los obstáculos que encuentran los alumnos
 - concebir una enseñanza que dé a cada alumno, con sus características propias, la posibilidad de efectuar un trabajo eficaz para la adquisición de su saber.
- Dado que la adquisición de competencias requiere aprendizajes múltiples, el documento que le proponemos reviste también múltiples aspectos:
- aportes de informaciones y herramientas para el análisis de las situaciones de enseñanza
 - proposición de métodos de trabajo para concebir su enseñanza
 - propuesta de tipos de procedimientos y de prácticas didácticas
 - ejemplos de herramientas didácticas
 - propuesta de secuencias de clase a título de ejemplo.

Como cada docente parte de competencias iniciales y motivaciones variadas, el documento está concebido para que cada uno pueda abordarlo por la puerta de entrada que le sea más conveniente.

Nosotros presentamos las diferentes etapas de este trabajo.

La primera etapa es un cuestionamiento. A lo largo de su vida profesional el docente debe poder identificar y analizar los obstáculos encontrados en sus prácticas pedagógicas y formular las problemáticas que van a suscitar necesidades de formación.

La segunda etapa es el análisis de los problemas y de los factores que condicionan las situaciones de enseñanza.

La tercera etapa presenta los fundamentos teóricos a partir de los cuales será posible elaborar una didáctica adaptada a las situaciones. Uno de los componentes es tomar en cuenta la **manera en que un niño o niña aprende**, es decir, los procesos mentales que el sujeto que aprende pone en juego. Nos parece necesario hacer explícitas nuestras hipótesis sobre la adquisición del conocimiento, basándonos en numerosos estudios bibliográficos.

En la cuarta etapa presentamos algunos elementos para elaborar una didáctica y construir herramientas didácticas. Para apropiarse de esta parte del documento, el lector debe ponerse en situación de experimentación: escoger un contenido de su disciplina, efectuar una reflexión y construir herramientas sobre ese contenido específico y luego elaborar secuencias de clase, recabar datos y analizar su práctica.

La última parte se refiere a aplicaciones prácticas de didácticas a partir de ejemplos concretos, utilizando con mayor frecuencia la química como base, pero aplicables en las otras disciplinas científicas (física y biología). Esta parte brinda la posibilidad de un trabajo colectivo entre docentes de la misma disciplina o de forma interdisciplinaria.

El trabajo colectivo permite la confrontación de las diversas aproximaciones, un análisis más pertinente de las situaciones reales, la búsqueda concertada de soluciones. Nosotros pensamos que el aporte de este documento será más eficaz si es utilizado por profesores que trabajan en equipo y con este propósito proponemos algunas fichas de trabajo.

El proceso que proponemos es un vaivén permanente entre la reflexión teórica y la experimentación concreta. Las diferentes partes del documento no deben ser abordadas de una manera lineal, sino que remitiendo en numerosas ocasiones una parte a la otra, favoreciendo un trabajo en el que los niveles teóricos y prácticos se interpelan y se responden continuamente.

El sistema educativo es un sistema abierto en el sentido termodinámico. Su evolución procede mediante crisis según el modelo de la termodinámica de los ESTADOS DE EQUILIBRIO; los cambios bruscos se producen en el momento de la aplicación de reformas, mientras que la evolución más pertinente y eficaz debería ser una evolución lenta y continua, según el modelo termodinámico de los sistemas irreversibles. Es en este sentido que las investigaciones en didáctica de las disciplinas desempeñan una función fundamental, al invertir sus aportes en la formación inicial y continua de los docentes.

La evolución del sistema educativo no puede darse sino que sobre la base de un sistema abierto:

- éste debe poder integrar los nuevos conocimientos en la práctica educativa, tanto desde el punto de vista de los conocimientos científicos y tecnológicos como didácticos
 - los docentes deben poder disponer de una información y de una formación continua científica, técnica, pedagógica y didáctica
- las investigaciones en didáctica de las ciencias experimentales, a partir de las problemáticas planteadas en situaciones reales, aportan soluciones a problemas concretos y ayudan a los docentes al implicar los resultados en acciones de formaciones.

Esperamos que este documento, por su parte, pueda ser un aporte enriquecedor para los profesores y del mayor provecho de los alumnos.

Este documento es una herramienta de trabajo y, debido a ello, requiere una inversión de tiempo. Pensamos que en una primera fase usted deberá familiarizarse con su contenido, su estructura, sin intentar apropiársela. En una segunda fase, en función de sus problemáticas y de su reflexión, puede trabajar abordándola por el tema que desea tratar, remitiéndose a la parte correspondiente del documento. Para la elaboración de las diferentes herramientas descritas puede proceder por parte, comenzando con un tema simple y luego mejorar el producto a medida que se utilice.

La actitud que le sugerimos es la de experimentador de sus productos y de su didáctica, la cual debe evolucionar en función de su reflexión y de la aplicación en situación de clase. Ver en anexo el cuadro 1 sobre las recopilaciones de datos y la retroacción sobre la didáctica y las herramientas didácticas.

LAS ETAPAS DEL PROCESO DE UNA FORMACIÓN

REFERENCIAS

1

1ª etapa: cuestionamiento

¿A qué problemas estoy confrontado?
¿Cuáles son mis respuestas?

2

2ª etapa: análisis

¿Qué factores condicionan las situaciones de enseñanza?

**El maestro y los alumnos
en su entorno**

Las etapas del proceso de una formación

1. Primera etapa: cuestionamiento

¿A qué problemas estoy confrontado?
¿Cuáles son mis respuestas?

1.1. Examen de la vida profesional cotidiana

En esta primera etapa incentivamos al docente a que se interrogue sobre su vida profesional, sus métodos de enseñanza, sus éxitos y sus fracasos, las preguntas que se formulan a lo largo de la preparación de su enseñanza, en la realización de su clase.

Con el fin de ayudarlo en este cuestionamiento, presentamos un espectro de problemas realizados por profesores, para facilitar el trabajo personal de reflexión gracias a un proceso de identificación parcial de los problemas mencionados y/o de asociación de pensamiento a partir de éstos. Clasificamos estos datos en categorías temáticas sin que tengan una jerarquía. Citamos en cada caso algunos ejemplos de preguntas expresadas por profesores durante nuestro estudio.

1.1.1. Problemas en relación con los alumnos

Los alumnos se distribuyen en cursos heterogéneos y esta **heterogeneidad** reviste múltiples aspectos. Así los niños y niñas tienen actitudes, comportamientos, capacidades profundamente diferentes, especialmente respecto de:

- la motivación en cuanto a la escuela y la disciplina
- la integración al grupo curso
- el dominio del lenguaje: comprensión del vocabulario, de la sintaxis, facilidad de expresión

- la comprensión de los raciocinios
- la autonomía de pensamiento y de trabajo
- los conocimientos anteriores
- la cultura científica
- la riqueza cultural y el equilibrio del medio familiar
- la aprehensión de la escuela por parte del medio familiar.

Estas múltiples heterogeneidades implican para el profesor, en un curso, una dificultad de adaptación a cada alumno.

algunas preguntas expresadas por los profesores

- "¿Cómo estimular más el gusto de ciertos alumnos por las ciencias experimentales?"
- "¿Cómo evitar que su motivación principal sea pasar a un curso superior en vez del deseo de aprender?"
- "¿Cómo evitar la actitud pasiva de la mayoría de los alumnos? ¿Cómo suscitar el **interés de todos?**"
- "¿Cómo adaptar nuestra enseñanza a **todos** los niños y niñas, independientemente de sus capacidades y motivaciones?"
- "¿Qué trabajo dar para la casa para que los que no son ayudados por sus padres no se vean negativamente afectados?"

1.1.2. Problemas en relación con la disciplina

El texto de los programas y de las instrucciones, además del volumen excesivo de los contenidos, no deja que se manifieste claramente la importancia relativa que se debe conceder a las adquisiciones de conocimientos y a los métodos de razonamiento. De allí la dificultad de definir objetivos, construir progresiones que conduzcan al mayor número de alumnos a los aprendizajes necesarios, escoger actividades y métodos de trabajo apropiados.

algunas preguntas expresadas por los profesores

- "Al leer los programas, ¿cómo identificar lo que los alumnos deben aprender en ciencias? ¿Cuáles son las nociones fundamentales? ¿Qué métodos de razonamiento deben dominar los alumnos? ¿Cuál es la especificidad de cada disciplina en enseñanza secundaria básica entre el conjunto de las otras disciplinas?"
- "¿Cómo definir los objetivos mínimos?"
- "¿Qué nivel hay que exigir en cada curso? ¿Se debe otorgar más importancia a los conocimientos o a la reflexión?"
- "Para cada parte de programa, ¿cuál es la mejor progresión?"
- "¿Qué nivel hay que exigir de los alumnos de los cursos de tercero para evitar los fracasos en segundo? (razonamiento matemático)"
- "¿Es mejor hacer delante de los alumnos buenos trabajos prácticos y darles la oportunidad de que ellos los hagan cada vez que es posible, con el riesgo de "perder" mucho tiempo?"

1.1.3. Problemas relativos más específicamente al profesor

Los problemas relativos a los profesores, tal como éstos los plantean, están especialmente ligados a las limitaciones y a las numerosas funciones que éstos deben asumir.

Si en clases el profesor debe transmitir conocimientos, también debe organizar la actividad del grupo curso, de manera tal que se suscite interés, motive, se permita la autonomía, se aprenda a aprender y se evalúe.

Para esto, él debe definir objetivos de aprendizaje, elaborar progresiones, prever y ejecutar actividades y prácticas didácticas apropiadas, construir herramientas didácticas.

Para cumplir estas múltiples tareas, el profesor se ve sometido a numerosas limitaciones materiales (aulas no equipadas, falta de material) e institucionales (programas, horarios, dotación de personal).

Además, está aislado en su nivel de secundaria básica, mientras que las tareas que debe cumplir requieren, dada la complejidad de las situaciones, de una concentración entre colegas de una misma disciplina, por una parte, y de mismos cursos, por otra parte, pero también de los colegas de las otras disciplinas en el contexto del proyecto de establecimiento.

algunas preguntas expresadas por los profesores

- "¿Cómo enseñarle a los alumnos a comprender?, ¿a aprender?, ¿a hacer que su memoria sea eficaz?"
- "¿Cómo evaluar las adquisiciones de conocimientos?, ¿de métodos?, ¿mediante qué técnicas? ¿Cómo establecer las tablas de notas?, ¿cómo juzgar los conocimientos adquiridos?"
- "¿Cómo variar las actividades, encontrar medios pedagógicos atractivos?, ¿qué lugar conceder a las películas, disertaciones, a la actualidad científica, a las investigaciones personales?"
- "¿Cómo determinar las causas de dificultades encontradas durante las actividades?"
- "¿Cómo saber por qué tal conocimiento no es transmitido?"
- "¿Qué lugar conceder a la palabra del alumno?"
- "¿Qué interacciones son deseables en la clase?"

1.2. Evolución de las problemáticas de profesores de ciencias experimentales en formación

El estudio sobre la formación de los docentes que hemos realizado pone de manifiesto una **evolución** en las demandas de formación.

Hemos constatado que las primeras demandas de formación de los profesores están esencialmente orientadas hacia una mejoría de los conocimientos científicos indispensables para enseñar en sus clases. Paralelamente, desean iniciarse en la realización de experiencias simples que podrán ejecutar en sus clases.

A lo largo de su formación, al verse confrontados a una enseñanza de tipo experimental en su clase, los profesores se plantean y se formulan gradualmente problemas de orden didáctico.

Podemos esquematizar la **evolución de la problemática** del docente en formación de la siguiente manera:

¿qué debo enseñar? (¿Supuestamente qué conocimientos debo transmitir a los alumnos?) dado que se trata de ciencias experimentales, ¿qué experiencias puedo hacer que realicen para ilustrar o conducir a los conocimientos inscritos en el programa?

la enseñanza de las ciencias, ¿consiste en una simple transmisión de conocimientos? Si no es éste el caso, ¿qué aprendizajes puede permitir la enseñanza de las ciencias experimentales? ¿En qué consiste una formación científica?

¿qué didáctica se debe poner en práctica para que mi enseñanza permita una real formación científica?

¿qué obstáculos deben sortear los alumnos para apropiarse una formación científica en el plano de las nociones y el metodológico? ¿Qué desarrollos de la personalidad se favorecen mediante una formación científica?

En la expresión de esta problemática, lo que motiva al docente ya no es solamente lo que debe enseñar, sino lo que el alumno debe hacer suyo, tanto desde el punto de vista de los conocimientos como del punto de vista de los métodos. Su atención entonces se centra en el alumno en situación de sujeto que aprende y las preguntas que se hace son:

- ¿cómo aprende el alumno?
- ¿cómo construye un conocimiento estructurado?
- ¿cuáles son los obstáculos que debe sortear para pasar de sus representaciones espontáneas a un conocimiento científico?

La constatación de esta evolución de la demanda de los docentes, después de una formación continua, nos lleva a concebir acciones de formación que correspondan a los diferentes niveles de la problemática formulada.

A lo largo de la formación el objetivo es dar al profesor los medios:

- para apropiarse de los conocimientos científicos, teóricos y experimentales necesarios a su nivel para tener el dominio de su enseñanza
- para definir objetivos de aprendizajes, construir secuencias de clase en función de los objetivos, diseñar prácticas didácticas que se deban poner en práctica, elaborar las herramientas didácticas necesarias
- para experimentar en sus clases la didáctica elaborada en la práctica, analizar los datos de la experimentación en grupo con el fin de poner de manifiesto los obstáculos a los aprendizajes, los procesos utilizados por los alumnos...
- para superar obstáculos que se presentan desde que se entra en un proceso de cambio (obstáculos materiales pero también psicológicos)
- para evaluar su enseñanza y, por lo tanto, su formación.

2. Segunda etapa: análisis

¿Qué factores condicionan las situaciones de enseñanza?

**El maestro y los alumnos
en su entorno**

Todos los problemas mencionados en la etapa anterior son relativos a las situaciones de enseñanza que viven a diario los profesores.

Al centro de todos estos problemas se encuentran en toda lógica los alumnos que son los beneficiarios de la actividad de los docentes. El estudio de los problemas presentados por los profesores pasa entonces necesariamente por el análisis de la situación de los alumnos como sujetos que aprenden.

En esta etapa del trabajo de formación, cada uno debe por lo tanto realizar una descentralización en lo que se refiere a su actividad de investigación. El objeto de nuestra reflexión es, en una primera instancia, el alumno que aprende en clase. En una segunda instancia, nosotros deduciremos consecuencias que esto tiene para el profesor que forma parte del entorno ciertamente inmediato del alumno.

En esta segunda etapa de nuestro proceso, hacemos un análisis de la situación de los alumnos que aprenden las ciencias experimentales en el colegio, con el fin de identificar los principales factores que son susceptibles de influir sus aprendizajes y percibir el impacto de cada uno de ellos sobre los alumnos.

Cada alumno, en aprendizaje, aparece entonces como el elemento central de un sistema complejo, en el cual se encuentra en relación con múltiples asociados.

Cada profesor en su disciplina es un socio privilegiado de cada alumno.

2.1. Examen de un alumno en situación de aprendizaje

Imaginémonos un alumno enfrentado a un aprendizaje determinado en clase y busquemos los factores que son susceptibles de crear diferencias entre él y otros alumnos.

1. cuando entra a clases, cada alumno adopta una **actitud** que se puede caracterizar por el grado de voluntad de implicación en las actividades que serán propuestas, independientemente de cuáles éstas sean.

Esta **disposición interior** ya tiene múltiples causas, entre las cuales están el medio familiar (equilibrio afectivo, nivel sociocultural, expectativa en relación con la escuela), el historial personal del alumno (relacional, escolar...), sus proyectos personales, su inserción en el curso (relación con sus pares y los profesores), su motivación para la disciplina...

2. a lo largo del trabajo, ya sea individualmente, en pequeños equipos o colectivamente, cada alumno se implica más o menos y la intensidad de su **actividad intelectual** varía según sus motivaciones, su comprensión del problema abordado y de las instrucciones.

Esta comprensión difiere según las capacidades operacionales, los conocimientos anteriores, el dominio del lenguaje, pero también según el grado de dificultad de los conceptos estudiados, los procedimientos utilizados por el profesor para introducirlos.

Además, el ambiente general y puntual del curso o del equipo de trabajo, las condiciones materiales tienen efectos tanto más importantes cuando la motivación personal inicial es baja.

3. el producto de la actividad intelectual de cada alumno es un conjunto de **conocimientos nuevos**: nociones, técnicas operatorias, métodos de razonamiento...

Según sus conocimientos anteriores, sus capacidades operatorias, la calidad de su actividad intelectual, cada alumno elabora conocimientos estructurados o, por el contrario, parciales y desarticulados y, en consecuencia, utilizables o no.

Resultarán grandes diferencias en el nivel de los rendimientos en los ejercicios de evaluación que crearán en cada uno una sensación ya sea de éxito o de fracaso.

4. el grado de implicación y de estructuración de los conocimientos crea una nueva diferencia entre alumnos: el agrado de ejercitar la mente, de aprender, la alegría de descubrir, que engendra el deseo de aprender más. Así nace y se desarrolla, o no, la **curiosidad intelectual**, condición favorable a los aprendizajes.

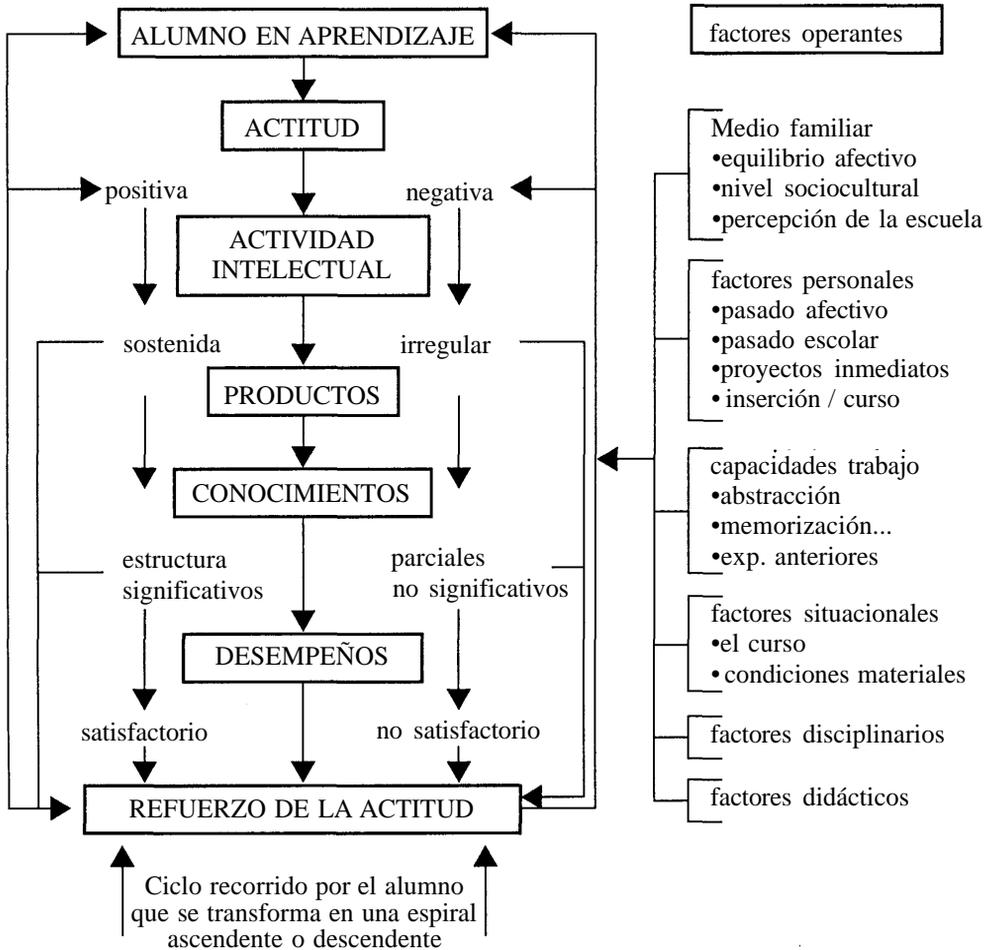
Así como el compromiso positivo en la actividad es gratificador para el que se implica, el trabajo intelectual es penoso para el alumno que, por diversas razones que se pueden comprender, lo padece permaneciendo pasivo, o bien lo rechaza.

La primera consecuencia evidente es el grado de motivación para comprometerse en la actividad siguiente y sostener una tensión intelectual suficiente en la continuidad para construir conocimientos coherentes.

Pareciera que cada alumno se encuentra dentro de una espiral, ya sea **descendente** hacia el fracaso escolar o **ascendente** hacia un mayor desarrollo de su saber y de su personalidad.

Se puede esquematizar **esta evolución escolar del alumno con los factores que la condicionan** en la siguiente representación:

Ahora se necesitará examinar **la situación de aprendizaje, considerada desde la perspectiva del alumno**, para identificar cuáles pueden ser las tareas del profesor como agente que



favorece el desarrollo del alumno. Señalemos que el clima afectivo y emocional del curso juega un rol no despreciable en el éxito de los aprendizajes del alumno.

2.2. El profesor socio del alumno en la construcción de su saber

La función del profesor es buscar los posibles accesos en esta espiral para modificar su pendiente, cambiar la dirección en el primer caso, acentuar la pendiente en el segundo.

¿Cuáles son los accesos posibles del profesor a la espiral de la evolución escolar de cada alumno?

La pendiente negativa significa una mala adecuación de la escuela al alumno o al revés, dependiendo del punto de vista.

El profesor puede ser el agente mediante el cual la escuela toma en cuenta la realidad de los alumnos y se adapta a su diversidad, pero también el agente mediante el cual el alumno va a superar sus dificultades personales para ser capaz de apropiarse de lo que la escuela puede aportarle.

2.2.1. adaptación del alumno a la escuela: el profesor debe intervenir sobre las motivaciones personales:

- contacto individual con el alumno y la familia, para tratar de dilucidar las causas de una actitud negativa
- en clases crear situaciones de éxito para el alumno
- mejor consciencia de sí mismo, reconocimiento de los pares
- contacto con los colegas de las otras disciplinas.

2.2.2. adaptación de la escuela a los alumnos: el profesor debe adaptar su enseñanza a las características individuales de los alumnos, para que éstos realicen los aprendizajes mínimos, específicos de la disciplina:

- conocimientos de todo lo que implica el acto de aprender
- conocimiento claro de las estructuras conceptuales de la disciplina y de los niveles posibles de construcción de estas estructuras
- ejecución de procedimientos y prácticas que permitan todos los aprendizajes en los diferentes niveles necesarios.

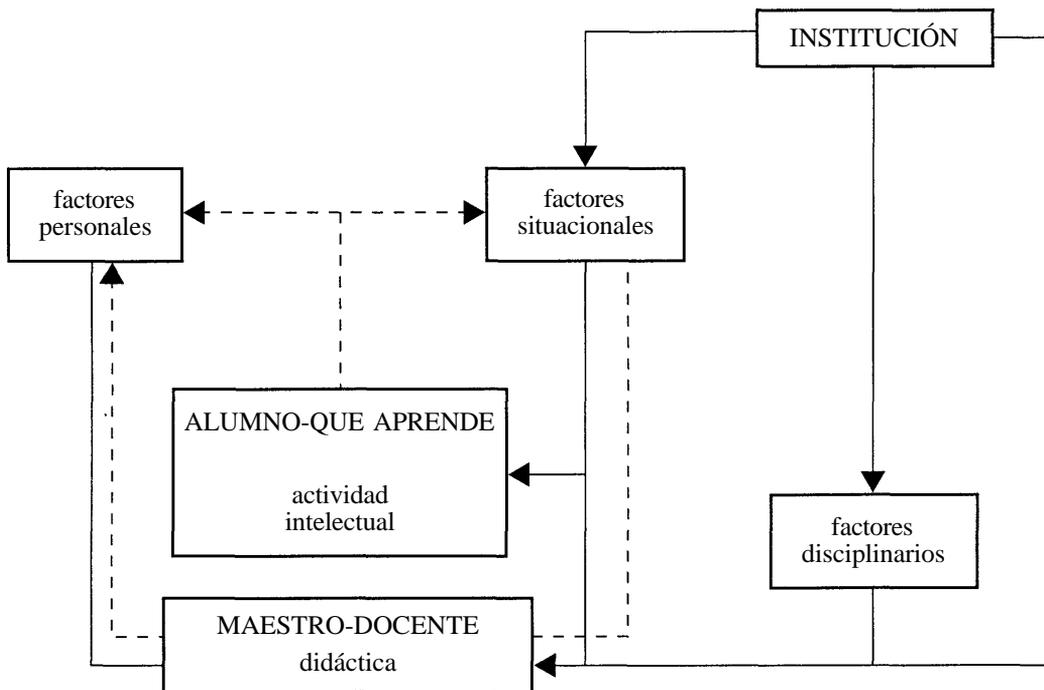
Para el conjunto de tareas que debe cumplir al servicio de los alumnos, cada profesor dispone de recursos:

- instrucciones ministeriales
- informaciones de la colectividad científica pedagógica
- estructuras internas en el colegio, equipos disciplinarios e interdisciplinarios, consejo de profesores.

Por otra parte, el curso debe adaptarse a numerosas limitaciones:

- programa
- cantidad de alumnos por clase
- condiciones materiales.

Se puede representar esquemáticamente la situación de aprendizaje considerada desde la perspectiva del docente, mediante la siguiente red:



Esta red pone de manifiesto que el profesor debe tomar en cuenta todos los factores que influyen en las condiciones de aprendizaje de los alumnos para elaborar su didáctica; a través de su acción intenta reducir los impactos negativos eventuales con el fin de optimizar la actividad de los alumnos. A su vez, la didáctica modifica ciertos factores de la situación inicial.

La puesta en evidencia de la complejidad de su tarea hace tomar consciencia al docente de la necesidad de adquirir las competencias para enfrentarla.

De acuerdo con el esquema anterior, los dos primeros ámbitos de competencias que se deben apropiarse se refieren a:

1. la actividad intelectual de los alumnos
2. la puesta en práctica de una didáctica que permita la actividad intelectual de los alumnos.

2.3. Problemáticas de formación

A partir de este primer análisis de las situaciones de aprendizaje y de enseñanza, podemos desprender las problemáticas de formación subyacentes:

- ¿Qué es **aprender**? ¿Cómo construyen los alumnos un conocimiento científico? ¿Qué operaciones intelectuales son necesarias? ¿Qué obstáculos encuentran?
- ¿Cuáles son los **aportes específicos de las ciencias experimentales para la formación de los alumnos**?
- ¿Qué es apropiarse de los métodos científicos de razonamiento?
- ¿Cómo convertir a los **alumnos en actores** en todas las etapas del trabajo, para que ellos se apropien de una formación en vez de someterse pasivamente a la enseñanza?

¿Cómo poner en práctica una enseñanza en la cual todos los alumnos de un curso puedan realizar **aprendizajes mínimos**, independientemente de cuál sea su estado inicial?

¿Qué **métodos** puede utilizar el docente para preparar y poner en práctica su enseñanza?

¿En qué estructura puede el docente encontrar un lugar de formación continua, de trabajo en equipo que sea también un lugar de formación y de ayuda mutua?

Las siguientes partes del documento deben permitirle al profesor precisar los conocimientos y hacerlos suyos, en relación con estas problemáticas:

1. ¿qué es **aprender**?
2. elementos para elaborar una **didáctica coherente con las concepciones sobre la construcción del conocimiento**
3. métodos de trabajo para tender hacia la coherencia
4. aplicaciones a situaciones concretas.

LOS FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA LA ELABORACIÓN DE UNA DIDÁCTICA

REFERENCIAS

1

¿Qué es aprender?

2

Definición del campo de la didáctica
estudio sistémico

3

Marco teórico para definir los contenidos
y métodos de una enseñanza científica a niños
y niñas de 11 a 14 años

4

Los Contenidos - Generalidad

Los fundamentos teóricos para la elaboración de una didáctica

1. ¿Qué es aprender?

¿Cómo adquieren los alumnos un conocimiento científico?

¿Cuáles son las operaciones intelectuales necesarias?

¿Qué obstáculos encuentran?

Para responder a estas preguntas, haremos referencia a los trabajos de las últimas décadas en el plano de la psicología genética, de la psicología cognitiva, de la epistemología. Dichos trabajos han contribuido a elaborar teorías del aprendizaje que ponen de manifiesto la necesaria participación del alumno en la construcción de su propio conocimiento.

Luego definiremos las características propias de los aprendizajes científicos y buscaremos la coherencia entre éstas y las hipótesis de nuestro marco de referencia.

1.1. Hipótesis relativas a la construcción del conocimiento y a las condiciones favorables a esta construcción

En lugar de hacer una exposición didáctica estructurada de las diferentes hipótesis que tomamos en consideración, haremos el seguimiento de un alumno que aborda nuevos conocimientos científicos, lo describiremos en su situación de sujeto que aprende y pondremos de manifiesto las hipótesis que formulamos a lo largo de toda su trayectoria.

1.1.1. Construcción del conocimiento = búsqueda de respuestas a una pregunta

Esta actividad mental sólo puede existir si cada alumno se involucra con el deseo de aprender, una curiosidad intelectual que debe satisfacer el aprendizaje y del cual nacerá una nueva interrogación.

La actividad mental se suscita por una pregunta que se hace el alumno:

- el problema debe ser formulado de forma precisa
- éste debe ser significativo para el alumno.

El alumno que se formula una pregunta quiere encontrar medios para responder a dicha interrogante. Entonces, participa voluntariamente en una actividad de investigación y de reflexión, cuya intensidad es la garantía de la calidad y de la cantidad de los aprendizajes realizados.

Bachelard : "todo conocimiento es una respuesta a una pregunta; si no ha habido pregunta, no puede existir conocimiento científico. Nada es porque sí, nada es gratuito, todo se construye".

1.1.2. Construcción del conocimiento = reutilización de conocimientos de experiencias anteriores

Para la mayor parte de las nociones que abordamos en clase, los alumnos:

- ya han tenido una aproximación en las clases anteriores y, por lo tanto, tenido la oportunidad de adquirir conocimientos precisos, estructurados, limitados ciertamente, pero sin embargo conservan en la memoria huellas dejadas por éstos;
- o bien, se forman una idea vaga, poco realista, como consecuencia de su experiencia infantil, de lo que se dice en su entorno, de lo que han escuchado en la televisión, de lo que han visto o leído en una revista.

Cuando en clase vuelven a abordarlos, en cuanto se citan las primeras palabras, emergen por asociación otras palabras e imágenes de la mente del alumno, dependiendo de las huellas que hayan quedado en su memoria. Estas representaciones, estructuradas o no, y que difieren de un alumno a otro, van a condicionar la actividad mental de cada uno, facilitando u obstaculizando los nuevos aprendizajes.

Todo saber se construye a partir de conocimientos anteriores, sean éstos estructurados o no.

Bachelard : "cuando se presenta a la cultura científica, la mente no es nunca joven, incluso es muy vieja, ya que tiene la edad de sus prejuicios".

Ausubel : "el más importante de los factores que influye en el aprendizaje es lo que el sujeto que aprende ya sabe".

1.1.3. Construcción del conocimiento = actividad intelectual diversificada del sujeto que aprende, suscitada por interacciones con lo real

A lo largo de las actividades, cada alumno se encuentra confrontado a nuevos datos, aportados por el profesor, por los otros alumnos o por una situación experimental. Para procesar estos datos, utiliza sus conocimientos anteriores y sus capacidades operatorias.

Efectúa su investigación y su reflexión en una continuidad de operaciones cognitivas que realiza de acuerdo con sus características personales y las características de la situación de aprendizaje.

La actividad intelectual, a lo largo de los aprendizajes, se ejerce obligatoriamente a partir del repertorio cognitivo de cada niño o niña:

estructuras conceptuales (conocimientos estructurados en redes más o menos complejas)
instrumentos cognitivos (capacidades y herramientas de razonamiento).

El alumno debe dominar las herramientas y conocimientos que son indispensables para involucrarse en la actividad (requisito previo).

Reboul: "se debe renunciar a imponer un contenido mientras el alumno no haya adquirido la estructura mental que permita integrarlo".

la situación de aprendizaje debe permitir a los alumnos de distintos niveles realizar las operaciones cognitivas indispensables para su exploración y su explotación

las actividades deben dar a los alumnos la oportunidad de realizar operaciones cognitivas de niveles variados, en ámbitos que van desde situaciones particulares concretas a situaciones abstractas generales.

1.1.4. Construcción del conocimiento = conflicto entre conocimientos anteriores y nuevos

A lo largo de la actividad, los nuevos datos apropiados por el alumno/a van a entrar en competencia con las representaciones que haya puesto en movimiento; surgirá un conflicto en él o ella que provocará la necesidad de crear nuevas estructuras para poder acceder a un nuevo equilibrio.

Bachelard: "se aprende en relación con un conocimiento anterior, destruyendo conocimientos mal constituidos".

"No se trata de adquirir una cultura experimental, sino que de cambiar de cultura experimental, derribar los obstáculos ya acumulados a través de la vida cotidiana".

Inhelder, Piaget: "toda construcción es el producto de una compensación en relación con las perturbaciones que la han originado".

1.1.5. Construcción del conocimiento: dominio de un lenguaje

Durante todas estas actividades en clase, cada alumno está en situación de comunicación con el docente, pero también con sus compañeros. Ya sea que reciba o emita una información, que trate de hacer explícito su pensamiento estructurándolo, siempre es tributario de su dominio del lenguaje.

Un cierto conocimiento del lenguaje es requerido previamente, pero asimismo todo aprendizaje científico implica un aprendizaje del vocabulario apropiado y de los códigos necesarios para la estructuración del pensamiento y de su comunicación.

Reboul: "toda la psicología del desarrollo nos inclina a formular la hipótesis de que la inteligencia no es anterior al lenguaje, sino que se desarrolla con él: es aprendiendo a hablar que el niño o niña aprende a comprender".

"Esta es la condición de posibilidad de la enseñanza: el hombre puede aprender y más precisamente comprender, porque habla. El lenguaje, en el sentido amplio como aptitud de manejar sistemas de símbolos, es lo que hace que el hombre pueda explicar y comprender cosas. Aprender el lenguaje es aprender a pensar".

1.1.6. Construcción del conocimiento = estructuración en redes conceptuales

Cuando los alumnos abordan una nueva noción, hemos visto que ésta siempre hace referencia a conocimientos anteriores, estructurados o no, en la mente de cada uno. Esta asociación, espontánea al abordar un nuevo conocimiento, debe ser, no obstante, programada y orientada durante su estructuración.

De hecho, cada nueva noción sólo puede ser comprendida, apropiada, memorizada, en función de las relaciones que ésta tiene con numerosas otras nociones del mismo campo conceptual. Por lo tanto, el dominio de una noción requiere el de todo un conjunto y el aprendizaje debe permitir a cada alumno la elaboración y la estructuración de este conjunto.

El dominio de un campo conceptual implica entonces una actividad constructiva de una estructura que agrupe todas las nociones que implique el conocimiento al que se apunta, haciendo surgir las relaciones entre estas nociones. Así, cada alumno es llevado a elaborar progresivamente una red conceptual. (Remitirse al capítulo: las redes conceptuales página 63).

Para su construcción, los alumnos se basan en las actividades que han permitido abordar las nociones. A medida que se da el dominio de éstas, las informaciones ligadas al contexto desaparecen para sólo dejar lugar a los conceptos mismos, despojados de las situaciones particulares. Es esta estructura abstracta que al final del aprendizaje cada alumno deberá conservar almacenada en su memoria.

Una de las particularidades de la red es que cada alumno que la construye puede hacerlo según sus capacidades de abstracción. Por otra parte, la comunicación entre los alumnos de sus redes particulares puede suscitar en algunos de ellos un cuestionamiento fructífero para la evolución de su propio instrumento.

La apropiación de nuevos conocimientos (comprensión, estructuración, memorización) requiere la actividad de asociación de éstos, por parte de cada alumno, dentro de una red de nociones que represente la estructura del campo conceptual.

1.1.7. Construcción del conocimiento = actividad social

En clases, los aprendizajes se hacen siempre en relación con los otros alumnos: éstos desempeñan una función importante tanto en el plano afectivo como cognitivo.

Además de la función fundamental que desempeña la inserción de cada niño o niña en su comunidad con las consecuencias que emanan del plano de la motivación y del refuerzo en relación con las actividades escolares, se debe considerar el papel del grupo para cada alumno en el ámbito estrictamente cognitivo.

De hecho, su actividad intelectual en clases depende de las interacciones sociales en las cuales se encuentra implicado: las informaciones comunicadas por cada uno, las preguntas expresadas por los alumnos de nivel de comprensión y de lenguaje muy diversificadas, las hipótesis, los elementos de respuesta. Es decir, que todo lo que cada alumno pueda manifestar es tomado en consideración por los demás y estimula su propia actividad mental; de modo que sea de la actividad del grupo que surja gradualmente una expresión estructurada del conocimiento que cada uno podrá apropiarse en la medida que haya contribuido a su elaboración.

Además, esta interdependencia puede intervenir de forma particularmente positiva en relación con los niños y niñas en mayor desventaja en el campo abordado. Los alumnos aprovechan los cuestionamientos y respuestas distintos a los suyos, para progresar y favorecer su propio desarrollo y les permite, durante la actividad, realizar un trabajo a un nivel cognitivo al que no podrían haber llegado solos.

Para aprender, cada alumno aprovecha la riqueza aportada por un curso, gracias a la apropiación de los aportes realizados por todos: preguntas, respuestas, obstáculos, a lo largo de

intercambios que pueden ser conflictivos, pero que permiten el establecimiento de relaciones con el otro.

Doise - Mugny: "por interacción, el individuo domina ciertas coordinaciones que permiten entonces participar en las interacciones sociales más elaboradas que, en su totalidad, pasan a ser fuente de desarrollo cognitivo. Así, en niveles precisos del desarrollo cognitivo, ciertas interacciones sociales acarrearán el desarrollo de una nueva organización cognitiva".

1.1.8. Construcción del conocimiento = adquisición de competencias

A igual que todo saber disciplinario se construye mediante estructuras sucesivas al interior de redes conceptuales, todos los conocimientos realizados a lo largo de múltiples actividades de aprendizaje en las diversas disciplinas deben estructurarse al interior de redes integradoras.

Así el joven podrá disponer en cada instante de su vida, escolar o extra escolar, y más tarde en la esfera profesional y social, de los conocimientos útiles para aprehender situaciones diversas y elaborar estrategias adaptadas a cada una de ellas.

Se puede entonces considerar que el "objetivo de la enseñanza es que cada alumno disponga de competencias disciplinarias y más tarde profesionales, pero también de competencias más fundamentales que le permitan ser autónomo, responsable, capaz en los campos que le conciernen y juzgar por sí mismo" (**Reboul**) y, en particular, aprender en todas las circunstancias de la vida.

1.2. Multiplicidad de los actos y de los lugares de aprendizaje

para aprender los alumnos utilizan capacidades operatorias en los diferentes niveles requeridos por las actividades; así ellos ejercen y adquieren un dominio de éstas, que es cada vez más flexible y cabal

en cada disciplina, se les conduce a estructurar conocimientos, transferirlos a otras situaciones, generalizarlos a diversos campos conceptuales

la multiplicidad y la complementariedad de las disciplinas, de los métodos de aproximación, favorecen el desarrollo de las capacidades de adaptación: aprehensión de situaciones diversas, implicación a fondo personal y adaptada a cada una de ellas

la confrontación entre alumnos alternada con el trabajo individual.

Para acostumbrar a los alumnos a desencasillar sus conocimientos para que sean capaces de utilizarlos fuera del marco del aprendizaje, en cada disciplina, las actividades propuestas deben permitir transferencias hacia otros campos de la disciplina, pero también hacia otras disciplinas y hacia la vida cotidiana. De manera inversa, cada disciplina debe también basarse en conocimientos y métodos adquiridos en otra parte.

La escuela pasa a ser entonces el lugar donde los alumnos adquieren las herramientas y los conocimientos básicos necesarios para su desarrollo posterior. Es el lugar donde se desarrolla la personalidad de cada alumno (futuro adulto).

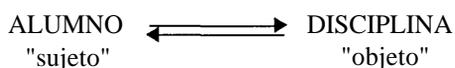
2. Definición del campo de la didáctica: estudio sistémico

En una primera aproximación conviene definir el campo de la didáctica.

El concepto de didáctica puede definirse como actividades que favorecen el acceso al conocimiento.

En una primera aproximación, el campo de la didáctica se considera como el estudio de las relaciones entre "**SUJETO**" (aquí el **ALUMNO** es el sujeto que aprende) y el "**OBJETO**" de aprendizaje, es decir, los contenidos de la **DISCIPLINA** que se debe enseñar (en lo que se refiere a nosotros se trata de las Ciencias experimentales: biología, química, física). La didáctica se asocia con el "**OBJETO**", es decir, con la disciplina en cuestión. Está constituida por un conjunto de nociones, conceptos y prácticas experimentales, pero también por métodos involucrados por la naturaleza de esta disciplina. Sin embargo, la didáctica va a depender igualmente del "**SUJETO**", es decir, del sujeto que aprende, hacia quien apuntan las acciones didácticas, con el objetivo de hacer que él adquiera un conjunto de conocimientos teóricos, prácticos y metodológicos, en función de objetivos previamente definidos.

El estudio de la didáctica comienza por el estudio del sistema:



El estudio de cada uno de los elementos de este sistema y de su interrelación tiene por objeto conocer mejor los procesos que el alumno ejecuta en situación de aprendizaje.

Este estudio permite detectar los obstáculos a los aprendizajes y proponer procedimientos con miras a crear condiciones favorables a la apropiación de los conocimientos por parte del alumno.

El alumno es el elemento central del sistema. Los principales ejes de este estudio son:

las funciones mentales que el alumno pone en juego durante un aprendizaje (psicología genética y epistemología)

los procesos mentales desde la perspectiva dinámica de los mecanismos de adquisición (teorías de aprendizaje)

el procesamiento de la información: ¿cómo recibe el alumno la información y cómo la utiliza para construir y estructurar su propio conocimiento? (psicología cognitiva)

las representaciones y las experiencias adquiridas anteriormente: un niño o niña construye sus propias leyes en función de su experiencia de vida; ¿cómo pueden estas representaciones ser un obstáculo para el aprendizaje?

Es con la **disciplina** que el alumno se verá confrontado. Del conocimiento de la disciplina, de sus contenidos (conceptuales, metodológicos y actitudinales) y de la concepción que el docente tenga acerca del desarrollo científico, de los aportes de su disciplina y de que es aprender, dependerán la selección de los aprendizajes, la didáctica y su propio rol.

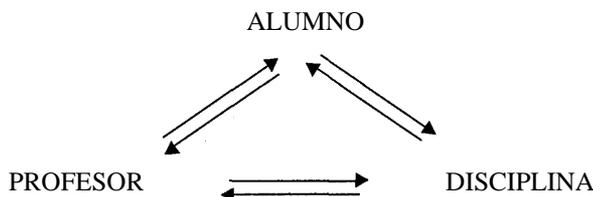
Este estudio determina la selección del marco teórico en el que se basa la didáctica. La didáctica se encuentra en una encrucijada de disciplinas tales como la Psicología Genética, la Psicología Cognitiva, las Teorías del aprendizaje, la Lingüística, la Epistemología y la disciplina enseñada.

La didáctica apunta a la optimización del resultado del alumno, a la organización y estructuración de los conocimientos, pero especialmente a la optimización de las competencias (saber aplicar, utilizar).

La didáctica centrada en el alumno nos lleva a interrogarnos sobre los procesos que el alumno pone en juego para APRENDER. ¿Cómo adquiere el alumno un conocimiento científico? ¿Cuáles son las operaciones intelectuales necesarias? ¿Qué obstáculos encuentra? ¿Cuáles son las características propias del conocimiento científico?...

Sin embargo, la aplicación de la didáctica en situación real implica un mediador: **el docente** (el profesor) elemento igualmente fundamental en la acción didáctica.

El sistema, objeto del estudio, pasa a ser:



Este sistema toma en cuenta la situación del alumno en su clase, el alumno está en situación de aprendizaje de la disciplina en relación con el docente y los demás alumnos del curso, del clima del aula y del centro educativo. (Ver anexo en cuadro 2).

Se trata de definir los conocimientos y las competencias que debe poseer un docente y estudiar las interrelaciones con los otros elementos del sistema.

Los docentes deben poseer una información científica y didáctica.

Las problemáticas, los objetivos, los métodos emanan de la opción fundamental que es hacer que el alumno sea actor en la adquisición de su conocimiento.

El saber está constituido por aportes específicos de la disciplina, tanto de nociones como de conceptos, pero también metodológicos que implican una adquisición de actitudes y de comportamiento.

El alumno se ve confrontado al contenido de la disciplina. Según la naturaleza de esta confrontación, puede resultar un fracaso o bien un éxito (ver diagrama página 30).

El alumno debe participar de forma activa en la construcción de su saber a partir de sus experiencias adquiridas anteriormente y de la confrontación de éstas con nuevas situaciones de aprendizajes. De lo anterior resulta la aplicación de una didáctica fundada en esta concepción de la apropiación del conocimiento por parte del alumno. La relación sujeto-objeto pone de manifiesto el lugar central que ocupa el alumno frente al saber. Esta relación implica la participación activa del alumno que pasa a ser el artesano y protagonista en la construcción de su propio conocimiento de una forma dinámica.

Confrontado a datos del mundo de la física o de la biología provenientes de observaciones, de situaciones experimentales y de informaciones, el alumno compromete procesos mentales para comprender y organizar estos datos. Mediante esta actividad el alumno descubre las relaciones del mundo físico y estructura su saber. Estos procesos puestos en marcha favorecen los aprendizajes.

3. Marco teórico para definir los contenidos y métodos de una enseñanza científica para niños y niñas de 11 a 14 años

Nuestro proceso consiste en precisar los marcos teóricos que nos servirán de referencia para definir los criterios que determinan la selección de los contenidos y métodos de una enseñanza científica.

Distinguimos (sin que la lista sea exhaustiva):

A. Marco teórico de referencia

1. la psicología del niño: psicología genética (PIAGET)
2. psicología cognitiva, psicología de la información

3. la epistemología de las ciencias
 4. el proceso científico
 5. el proceso Análisis-Síntesis
 6. las teorías del aprendizaje
- B. Los criterios nacionales:
- Las finalidades y objetivos de quienes toman las decisiones
 - Los medios y recursos disponibles
 - Los medios posibles de implementar.
- C. La situación local:
- Los docentes (sus conocimientos, formación)
 - El número de alumnos por curso
 - La heterogeneidad de los alumnos
 - El equipamiento y la instalación de los locales disponibles y posibles
 - El Tiempo, número de horas.

3.1. La psicología del niño

Referencia: "la psicología del niño" **Jean PIAGET y B. INHELDER**, ediciones PUF.

La psicología descrita por PIAGET y colaboradores puede servirnos de marco de referencia para definir los tipos de aprendizajes y los posibles abordajes. El problema planteado es: ¿Qué operaciones mentales puede poner en juego el niño o la niña durante el aprendizaje y recíprocamente cuáles aprendizajes pueden ayudar al desarrollo de sus operaciones mentales? Escogeremos primero aprendizajes que sean compatibles con los diferentes estados mentales del niño y elegiremos igualmente progresiones y aprendizajes que ayuden al niño o niña a desarrollar operaciones mentales más evolucionadas.

No se necesita introducir aquí un prolongado desarrollo sobre la teoría de PIAGET. Podemos seleccionar esencialmente (simplificando) dos estados distintos descritos por Jean PIAGET y aplicables a los niños y niñas de 11 a 14 años y en los cuales se basan los aprendizajes.

1. El estado concreto.
2. El estado formal o estado hipotético-deductivo.

La segunda observación útil que seleccionaremos, según PIAGET, es que la transición hacia el nivel formal requiere un aprendizaje. En consecuencia, las progresiones incluirán aprendizajes que ponen en juego gradualmente un pensamiento hipotético deductivo o pensamiento abstracto.

Dividiremos en dos grandes períodos el intervalo de edad de 11 a 14 años (correspondiente a los cuatro niveles de curso de la enseñanza secundaria básica, de sexto a tercero).

Primer período de 2 años (los 11 y 12), primer y segundo nivel.

Segundo período de 2 años (los 13 y 14), tercer y cuarto nivel.

Durante el primer período, los contenidos se centrarán en aprendizajes esencialmente concretos, es decir, en referencia con los objetos. Éstos son estudios esencialmente fenomenológicos.

Por el contrario, en el segundo período los contenidos se centrarán en aprendizajes más formales o la fase de generalización (por ejemplo: temperatura de ebullición del agua 100° estado concreto, estado formal: los líquidos tienen una temperatura de ebullición característica a cada cual).

De PIAGET retomaremos también la importancia de un lenguaje y de la función semiótica que permiten la comunicación.

3.2. La epistemología de las ciencias

Aquí nos limitaremos a constatar la analogía con las observaciones anteriores. En efecto, los primeros períodos del conocimiento para un concepto dado (ejemplo: calor y temperatura) se han centrado esencialmente en las observaciones, el estudio de los objetos y el análisis de hechos, es decir, un análisis fenomenológico. Es posteriormente que el conocimiento evolucionó hacia la teoría, conocimientos abstractos y matematizados. Encontramos efectivamente el orden muy esquemático de dos niveles en la evolución de los conocimientos. Primero, una construcción centrada en los hechos, lo concreto y luego una evolución hacia una fase formal; formulación de hipótesis - fase abstracta elaboración de conceptos. Notemos que en la estructuración de un conocimiento, muy a menudo, la elaboración de instrumentos de medición ha permitido su evolución. Se utilizarán las mediciones en el aprendizaje, como por ejemplo: calor, temperatura, el termómetro y el calorímetro (tesis **B.Macedo**).

3.3. Procesos científicos

Distinguiamos esquemáticamente las diferentes fases:

1. Observaciones, recopilación de datos, magnitudes físicas, mediciones.
2. Relación entre las magnitudes físicas. Leyes.
3. Hipótesis, comprobación de hipótesis...
4. Elaboración de conceptos.

Observamos la similitud y la coherencia entre estos diferentes marcos teóricos.

3.4. Procedimiento de Análisis-Síntesis

El proceso utilizado en la enseñanza secundaria básica en los aprendizajes será, primero, un proceso Analítico (ejemplo en química: de la MATERIA → a Partículas fundamentales, y comenzaremos más tarde en el liceo el proceso Sintético: de las Partículas elementales a → MATERIA).

3.5. La teoría de los aprendizajes

Los procesos científicos descritos nos sirven para definir la progresión de los aprendizajes, por lo tanto del modo de adquisición de conocimientos por parte del alumno, pero igualmente el método didáctico utilizado para estos aprendizajes (método experimental) en referencia con la teoría constructivista para los aprendizajes.

(Otros elementos matizan esta teoría).

Nosotros distinguiremos las fases metodológicas:

- recopilación de datos
- construcción: organización de los datos (relación, ley)
- estructuración: capacidad de formalizar.

Los aprendizajes deben incluir procedimientos de **refuerzo y reutilización de conocimientos** adquiridos.

El refuerzo de una noción es renovar su aprendizaje para mejorar su adquisición.

La reutilización de conocimientos es volver a utilizar un conocimiento adquirido en aprendizajes posteriores.

4. Los Contenidos. Generalidad

Los diferentes marcos teóricos que nos sirven de referencia son coherentes. Que se trate de la psicología del niño, de la epistemología, del proceso científico y de la teoría de los aprendizajes, distingamos dos grandes fases:

1. fase concreta estudios fenomenológicos.
2. fase formal, generalización, abstracción.

Los contenidos primero se referirán a estudios fenomenológicos familiares para el niño o niña.

- observaciones, descripción, magnitudes físicas, mediciones, comparación, clasificación, conservación
- relación de las mediciones
introducción del vocabulario científico.

Los contenidos luego deben evolucionar (a partir de 13 años) hacia generalizaciones (se pasa del caso particular al caso general), nociones más abstractas, formulación de hipótesis y proceso de verificación de hipótesis. Por ejemplo, en química se introduce la noción de Modelo y se construyen modelos sucesivos (de la noción de especie química o cuerpo puro a la molécula y luego al átomo y las partículas (ver las progresiones construidas en el laboratorio para el curso de 14 años).

Nota: las edades son entregadas a título indicativo. Se trata de hecho de niveles de curso.

LOS FUNDAMENTOS DE LA ACCIÓN DIDÁCTICA

REFERENCIAS

1

Los objetivos

2

Elaboración de una didáctica

3

La acción didáctica

- Las diferentes etapas de la acción didáctica
- Las prácticas didácticas

4

Las herramientas didácticas

Los fundamentos de la acción didáctica

A partir del análisis de la situación de la clase, definimos los fundamentos de la acción didáctica que son los procedimientos aplicados durante los aprendizajes del alumno asistido por el profesor. Examinaremos sucesivamente los objetivos didácticos, los contenidos en términos de aprendizaje, los métodos didácticos, las herramientas didácticas de uso del profesor y las de uso del alumno, las prácticas didácticas.

1. Los Objetivos

El problema de la definición de los objetivos es complejo: Problemas de formulación, de inventario, de clasificación y de jerarquización, de evaluación.

Se distinguen **los objetivos generales u los objetivos concretos** (objetivos de aprendizajes).

1.1. Los objetivos generales

Su nivel de abstracción es elevado, presentan un carácter difuso, por ejemplo: los que se refieren a las aptitudes, los comportamientos tales como "desarrollar el espíritu crítico, la formulación científica". Éstos constituyen sin embargo un marco de referencia aunque su formulación sea ambigua.

Otros ejemplos de objetivos generales: "desarrollo de las capacidades mentales del alumno"; "ayuda en la transición del estado concreto al estado formal o estado hipotético deductivo".

1.2. Los objetivos concretos u objetivos de aprendizajes

Estos son objetivos precisos. Su formulación debe hacer explícito lo que el alumno debe poder hacer al término del aprendizaje (competencias a dominar), deben poder ser **evaluados**. Implican un cambio o un perfeccionamiento en el comportamiento. Hacen explícito el aprendizaje y los métodos de enseñanza que pueden permitir esos aprendizajes.

1.3. Los objetivos didácticos

Se definen sobre la base del marco de referencia sobre los procesos y las teorías de aprendizaje.

Recopilar datos (identificar, nombrar, medir) asociación de las magnitudes físicas, aplicar las relaciones, organizar, estructurar

- Estructurar: es integrar los nuevos conocimientos con los conocimientos anteriores y llegar a una formulación de este conjunto de conocimientos

Los objetivos didácticos precisan las diferentes etapas de la construcción de los conocimientos y las condiciones favorables a esta construcción.

Citemos por ejemplos:

- cuestionamiento: búsqueda de respuestas a una pregunta
- reutilización de conocimientos adquiridos anteriormente
- actividades que dan al sujeto que aprende la oportunidad de realizar operaciones cognitivas de niveles variados
- conflictos entre conocimientos anteriores y conocimientos nuevos
- refuerzo de conocimientos.

Dominio del lenguaje:

- estructuración en redes conceptuales
- adquisición de competencias.

Observación sobre las definiciones de los objetivos. No obstante lo expuesto con relación a los objetivos, aconsejamos no demorarse en los puntos 1 y 2 por temor a caer en un ejercicio que puede ser estéril.

2. Elaboración de una didáctica

2.1. Elementos para la elaboración de una didáctica

Después de haber definido el marco teórico al cual nos referimos en relación con la construcción del conocimiento, se deben extraer las consecuencias: expresar los objetivos específicos de la didáctica que se desprenden y buscar métodos de enseñanza y prácticas didácticas coherentes con el marco de referencia.

2.2. Expresión de los objetivos específicos de la didáctica

Las actividades propuestas por el profesor, sean éstas experimentales o no, tienen por objetivo permitir un aprendizaje. Éstas deben por tanto estimular la actividad mental de los alumnos para que éstos hagan trabajar su mente, de manera consciente, en situaciones coherentes con los objetivos perseguidos. Dichos objetivos no incluyen solamente el aprendizaje de conceptos, sino que también y sin que se les pueda disociar, el aprendizaje de una actitud científica y la búsqueda del desarrollo de las estructuras operatorias.

Las situaciones didácticas propuestas deben permitir a los alumnos, individualmente y en equipos de trabajo:

movilizar las experiencias adquiridas anteriormente, hacer surgir y expresar las representaciones que tengan relación con los aprendizajes que se deben realizar

recopilar informaciones nuevas, procesarlas: para esto, poner en ejecución los instrumentos cognitivos de los cuales dispone cada alumno, de acuerdo con su nivel de desarrollo y de conocimientos

provocar conflictos internos entre representaciones personales iniciales y datos que provienen del exterior

expresar los cuestionamientos que resulten de la actividad mental

hacer surgir y expresar los obstáculos que aparecen en el momento de la integración de los nuevos datos

reestructurar de forma coherente los conocimientos: integrar nuevos datos que provoquen la creación de nuevas redes conceptuales, nuevas relaciones al interior de las redes anteriores, el abandono de prejuicios

aplicar los nuevos conocimientos, operar transferencias hacia otras situaciones o ámbitos, generalizar

evaluar las experiencias adquiridas gracias a producciones diversas que el grupo curso puede tomar en consideración, validando y reforzando así las adquisiciones.

2.3. Operacionalización de estos objetivos

Entonces, cuando el profesor ponga en práctica su enseñanza, tanto la organización de las secuencias de clases como sus prácticas pedagógicas, deberá favorecer todas estas actividades intelectuales.

Cuando el profesor va a preparar "su clase", ahora tiene presente no solamente el contenido de nociones que los alumnos deben aprender, sino que la consciencia de la complejidad del acto de aprender y de un cierto número de condiciones necesarias para el aprendizaje. El alumno ya no es para él un receptor pasivo de informaciones, sino que un individuo que debe poner en juego numerosas facultades sensitivas, afectivas, motrices, mentales para construir lo que constituirá su saber propio.

Para responder a la pregunta "¿qué debo hacer durante esta clase?", el profesor es llevado a preguntarse "¿qué deben hacer los alumnos para aprender este contenido?"

El profesor por lo tanto es llevado a elaborar su enseñanza en función de procesos y de acciones que propondrá a los alumnos o, más exactamente, en función de situaciones que permitirán que los alumnos realicen estas acciones.

3. La acción didáctica

La acción didáctica va a depender de la selección del modelo adoptado. En la literatura encontramos un número muy importante de modelos y mencionaremos tres tipos de opciones:

- opción de adoptar una estructura preestablecida de la disciplina y su aplicación. Es lo que se aplica en el modo magistral o modo de exposición de estructura lineal
- opción de tomar como referencia sólo al alumno: pedagogía del "descubrimiento"
- opción de tomar en consideración al alumno y la disciplina, método activo pero en un modelo definido por el adulto.

Recomendamos una combinación de modelos. La opción se determina en función de las problemáticas planteadas, velando no obstante por que el conjunto se mantenga coherente.

El desarrollo de la didáctica de las ciencias experimentales nos lleva a cambiar de modelo: pasamos del modelo denominado de la transición del conocimiento (saber estructurado) al modelo de la apropiación del conocimiento por parte del alumno. El alumno construye y estructura su saber ayudado por el profesor, lo cual requiere un cambio de las concepciones y de las prácticas del docente (ver la evolución de la problemática de los profesores en formación, página 12, perimentales, la opción fundamental reside en la naturaleza de las actividades didácticas que en lo esencial son actividades experimentales (no confundir con la pedagogía del descubrimiento que nosotros descartamos).

La acción didáctica tiene por finalidad la adquisición del conocimiento de una disciplina (biología, química, física) que tiene su lógica y su estructura, la disciplina determina la naturaleza de los aprendizajes, pero en el caso de una didáctica activa debemos tomar en cuenta al alumno en su totalidad y como objetivo especial el desarrollo de sus funciones mentales. Para definir por ejemplo el orden de los aprendizajes (búsqueda de una progresión) debemos tomar en cuenta procesos mentales que el alumno hace intervenir y la estructura de la disciplina, velando de la mejor manera por la armonización y la coherencia del conjunto. La pertinencia de las opciones de los aprendizajes tendrá en cuenta el entorno del alumno y el aporte de la "fuente social".

3.1. Las diferentes etapas de la acción didáctica

Identificaciones de los aprendizajes: **análisis conceptual y metodológico** de la disciplina. El resultado de este trabajo puede presentarse en forma de REDES. Son herramientas didácticas que representan el marco de referencia de nivel profesor y de nivel de referencia alumno (ver ejemplos páginas 99-100 y anexo RED 1).

- Construcción de la **progresión** que define el orden de los aprendizajes, según los criterios utilizados tales como los marcos teóricos del conocimiento del alumno y las características de la disciplina.
 - Opción de la didáctica definida en función del marco de referencia y de los elementos de las teorías del aprendizaje. En su aplicación se deben tener en cuenta factores de limitación tales como las restricciones, el material, la formación, las motivaciones.
- Construcción de **secuencias y actividades experimentales** de preferencia en el entorno del alumno.

3.2. Las prácticas didácticas

Se prevé el desarrollo de la progresión en una sucesión de secuencias de clases.

Cada secuencia incluye esencialmente tres tipos de momentos correspondientes a etapas de un proceso de construcción de un conocimiento científico:

momentos de aproximación: expresión de los problemas, informaciones, observaciones, formulación de hipótesis, propuestas de experiencia

momentos de investigación a partir de una actividad experimental o no: estos momentos generalmente incluyen dos fases: trabajo en grupo reducido y trabajo colectivo

momentos de estructuración: el trabajo de estructuración se completa con actividades de refuerzo

expresión de los obstáculos

transferencia de conocimientos de las experiencias adquiridas: equipado con este saber, el alumno podrá abordar una nueva secuencia de clases, a lo largo de la cual se le llamará a transferir una parte de dicho saber.

3.2.1. Las secuencias de clases

Las sesiones de clases se dividen en secuencias de las cuales cada una constituye una unidad.

En el curso de cada una de estas secuencias los alumnos efectúan un proceso coherente que los familiariza progresivamente con el proceso científico.

Se puede prever el desarrollo de la progresión en una sucesión en el tiempo de secuencias de clases. Una sesión de clases puede incluir una o varias secuencias en función del volumen y de la dificultad de los aprendizajes.

Cada secuencia abarca tres tipos esenciales de momentos de manera que se susciten formas de participación del alumno en todas las fases del trabajo colectivo.

a) **Momentos de aproximación: expresión de los problemas, informaciones, observaciones, formulación de hipótesis, propuestas de experiencia.**

Estos momentos se sitúan naturalmente al comienzo de cada secuencia, pero también a lo largo de la secuencia para encadenar una actividad a la anterior.

Toda actividad comienza con un momento de introducción a la situación: antes de entrar en la acción es indispensable que el alumno esté decidido a intervenir, que sepa lo que debe hacer y porqué quiere hacerlo.

Estos momentos de aproximación tienen por lo tanto objetivos afectivos y cognitivos:

- **objetivos afectivos:** crear un clima colectivo que favorezca actitudes individuales de orientación positiva hacia la actividad y hacia el grupo curso (comunicación: emisión-recepción), entrega de confianza, valorización
- **objetivos cognitivos:** incentivar a cada alumno a cuestionarse a partir de sus conocimientos anteriores con el fin de estimular su curiosidad, para que participe en una dinámica colectiva intelectual que apunte a la búsqueda de respuestas a los problemas planteados.

Para alcanzar estos objetivos, el profesor estimula:

- la expresión por parte de los alumnos de sus concepciones del tema abordado, de sus preguntas
- el análisis por parte del grupo de las expresiones de cada uno: trabajo sobre las ideas expresadas y el lenguaje utilizado
- la formulación colectiva de los problemas sometidos al estudio.

En estos momentos de aproximación el profesor es esencialmente el animador: incentiva a los alumnos a que reflexionen, a que se hagan preguntas, a expresar sus preguntas, a confrontar sus concepciones con las de sus compañeros...

También es fuente del mínimo de informaciones necesarias para la actividad mental de los alumnos.

Estos momentos de aproximación preparan una actividad, pero constituyen en sí mismos momentos de actividad mental y afectiva intensa: de su calidad dependerá, en gran medida, la eficacia de las acciones emprendidas posteriormente.

b) Momentos de investigación a partir de una actividad experimental o no. Estos momentos generalmente incluyen dos fases:

Primera fase: trabajo en grupos pequeños:

Los alumnos, primero solos o en pequeños grupos de trabajo, son confrontados a una situación de investigación cuyo objetivo es la recopilación de datos necesarios para el estudio de un problema, el procesamiento de estos datos y la formulación de nuevas hipótesis.

Es necesario dejar a los alumnos el tiempo para que busquen a tientas, para que cuestionen su propio trabajo, para que se critiquen mutuamente, para que mediante la confrontación cada vez más estrecha de sus diversas aproximaciones avancen hacia un proceso objetivo, científico y una expresión apropiada y rigurosa de sus datos.

Durante este trabajo en equipo, los alumnos elaboran un informe escrito de sus resultados de sus preguntas y de las hipótesis de solución...

La función del profesor entonces es, en caso necesario, volver a lanzar la discusión en los equipos, incitar a que surjan preguntas, favorecer la identificación por parte de los alumnos de sus propios procesos.

Segunda fase: trabajo colectivo.

Después de la expresión de todos los datos y reflexiones que surjan de los equipos de trabajo, el profesor lleva a la confrontación de los diferentes aportes.

En esta fase del trabajo el profesor trata de desarrollar las capacidades de análisis de los alumnos: identificación y clasificación de los diferentes datos, puesta en evidencia de los factores que intervienen en la situación estudiada, búsqueda de relaciones entre estos factores...

Siempre es él quien insta a la actividad y la expresión de los alumnos: animador esclarecedor del grupo.

c) Momentos de estructuración:

Los resultados del análisis colectivo de los datos se confrontan al problema planteado. Entonces los alumnos son llevados:

a sacar conclusiones, validadas por la repetición de resultados equivalentes
y/o formular preguntas para las cuales se propondrá una actividad de investigación
y/o a formular hipótesis que serán verificadas por resultados experimentales posteriores.

En este trabajo, la búsqueda del rigor en la expresión y la transición del lenguaje espontáneo al lenguaje científico deben desempeñar una función a nivel no solamente de la expresión, sino que especialmente de la elaboración y la estructuración del pensamiento de los niños y niñas.

Este conjunto de resultados organizados, expresados en un lenguaje científico, constituye las experiencias adquiridas de esta actividad.

Estas experiencias adquiridas se ponen en relación con conocimientos anteriores: la búsqueda de la expresión clara y precisa de las relaciones conduce a la elaboración de nuevas estructuras conceptuales que se pueden representar en red parcial, la que se integra en la red que se construye desde el comienzo del estudio de este campo conceptual.

Es esta fase del trabajo que el profesor, además de animador de grupo, es el garante del conocimiento científico. Además, puede verse llevado a dar informaciones para permitir una generalización de los aprendizajes.

El trabajo de estructuración se completa con actividades de refuerzo:

comparación con conocimientos resultantes de otras situaciones conocidas que permiten la generalización
transferencia de las experiencias adquiridas en ámbitos diferente que permiten recordar nuevos conocimientos y su transposición.

Al cabo de un momento de estructuración, cada alumno debe tener a su disposición todas las nociones adquiridas del campo conceptual, sus relaciones, sus hipótesis expresadas, las preguntas pendientes...

Equipado con este saber, podrá abordar una nueva secuencia de clases, a lo largo de la cual se le llamará a transferir una parte de dicho saber.

3.2.2. Recopilación de las representaciones del grupo-curso

Son las expresiones escritas individuales, las preguntas, respuestas, hipótesis y el seguimiento de la recopilación de estos datos en el curso.

Esta práctica incluye dos fases sucesivas:

Primera fase - expresión escrita individual: luego de una incitación cualquiera, los alumnos disponen de algunos minutos para escribir sus ideas sobre el tema o las palabras que le vienen a la mente.

En este tipo de actividad, el objetivo no es buscar la respuesta correcta, sino que hacer surgir todo lo que el tema evoca para los miembros del grupo.

Se les da como instrucción que no se censuren a sí mismos, ya que las informaciones que pudiesen eliminarse son quizás más interesantes por las discusiones que ellas pueden provocar.

Segunda fase - recopilación de datos: al cabo de algunos minutos, los alumnos leen por turno sus proposiciones escritas. El profesor escribe las palabras claves en el pizarrón. Cuando todos los alumnos se han expresado, el conjunto de los datos procedente de todos está a disposición de todo el grupo. Cada uno debe apropiarse de este conjunto y utilizarlo para proseguir la actividad.

Análisis de esta práctica

- 1) incentiva a los alumnos a buscar una respuesta, ya que no pueden contar con la respuesta de los más rápidos como es el caso en que la expresión es sólo oral.
- 2) permite que todos los alumnos expresen su respuesta. En efecto:
 - la expresión oral es diferida respecto de la actividad mental: así, los alumnos que carecen de seguridad y temen el juicio de los demás, evitan el bloqueo proveniente de la casi simultaneidad de la reflexión y de la expresión ante el grupo en el momento de un cuestionamiento exclusivamente oral.
 - los que no se expresan espontáneamente en forma oral debido a una emotividad exacerbada, cuentan con el beneficio de un soporte escrito.
 - las respuestas no se juzgan en relación con criterios de precisión o de error, sino que son aceptadas como datos útiles para el trabajo del grupo: el temor del juicio del profesor ya no paraliza al alumno poco seguro.
 - además, la expresión de cada cual no es inducida por la de los demás, lo que se produce en las actividades orales: la primera respuesta, sobre todo si proviene de un alumno a quien sus pares consideran bueno, influye todas las que siguen fijando una dirección de investigación, lo que limita así el campo de representaciones expresadas.
- 3) permite a los que lo deseen expresar su reflexión y ampliarla, sin que sean interrumpidos en su actividad por intervenciones. Aportarán al grupo una apertura original.

El impacto de esta práctica es expuesto y comentado en numerosos informes de experimentación por profesores que han aplicado esta práctica en sus clases.

en el plan cognitivo:

- Estimula en todos los alumnos, una actividad mental de movilización de las representaciones y experiencias adquiridas anteriormente, de búsqueda de hipótesis, de cuestionamiento.
- Favorece la apertura a datos que tengan una fuente exterior al individuo y facilita así el abandono de un egocentrismo infantil que impone un obstáculo al aprendizaje de un proceso científico.
- Permite que el conjunto del curso aproveche datos tan ricos y diversos como sea posible.

en el plan afectivo:

- La toma de conciencia del valor de sus aportes por parte del grupo valoriza a los alumnos que no tienen como costumbre expresarse.
- Favorece la inserción en el grupo curso de los alumnos que tienen menos confianza en sí mismos.
- Contribuye a crear una dinámica de clase positiva para el trabajo colectivo.

3.2.3. Expresión de los obstáculos

La experimentación en numerosos cursos demuestra que, para apropiarse de un conocimiento estructurado, los alumnos deben franquear numerosos obstáculos para abandonar las ideas que ellos se han construido a merced de sus propias experimentaciones, de sus contactos con los medios informativos...

Para superar estas dificultades, la primera etapa es identificarlas: las prácticas utilizadas por el profesor deben primero suscitar la confrontación con el obstáculo de manera que el alumno exprese preguntas o respuestas eventualmente erróneas... Entonces el profesor toma conciencia de la dificultad encontrada por el alumno, puede identificarla con precisión ayudándose con otras preguntas y revelarla al alumno.

Varios obstáculos no pueden ser superados la primera vez que se les enfrenta. Según el grado de estructuración de las experiencias adquiridas anteriormente, los nuevos datos se insertan en una red incompleta, o sea errónea. Se producen nuevas confusiones, dudas, cuestionamientos, provocados por el establecimiento de relaciones falsas, o bien la dificultad o incluso imposibilidad de crear nuevas relaciones a causa de lagunas de la red instalada.

Por lo tanto, es indispensable que los alumnos enfrenten varias veces estos obstáculos, en diversas situaciones, antes que puedan estructurar definitivamente los conceptos en cuestión.

Todos los momentos de las secuencias de clase pueden ser propicios para que surja un obstáculo.

Esta irrupción es esencialmente facilitada por la actitud del profesor, abierta a todas las formas de expresión de la actividad mental por parte de los alumnos, lo que permite establecer progresivamente en el curso una atmósfera de trabajo de investigación para la construcción de un conocimiento real.

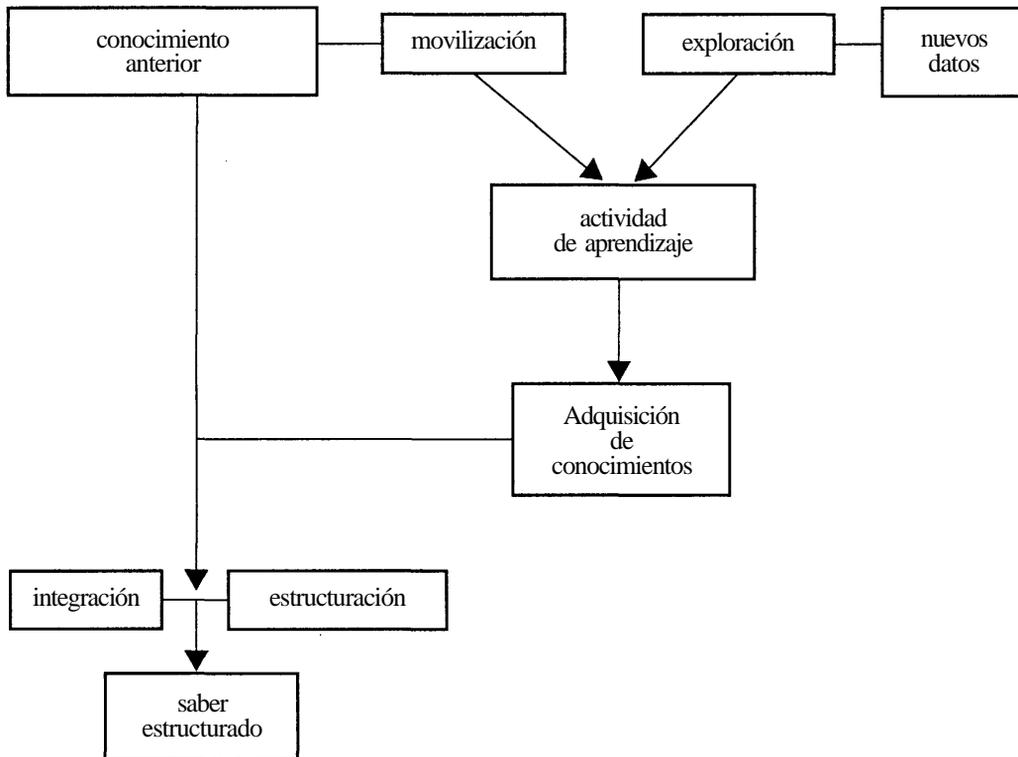
"La escuela acoge el error como una etapa necesaria para aprender, como lo que es necesario superar para saber proceder y para saber. El alumno va más lejos cuando tiene el derecho a equivocarse". **Reboul**

3.2.4. Reutilización de conocimientos de las experiencias adquiridas

Todo aprendizaje efectuado a partir de una o varias actividades experimentales es utilizado en las siguientes situaciones: las nuevas actividades permiten así completar o consolidar las experiencias adquiridas anteriormente.

En el curso de cada secuencia de clases, las prácticas deben permitir a los alumnos movilizar y expresar las experiencias adquiridas sobre las cuales se van a construir los nuevos conocimientos. A lo largo de los procedimientos de estructuración, los alumnos establecen todos los lazos entre antiguos y nuevos conocimientos, insertándolos en red única.

La transferencia de conocimientos de las experiencias adquiridas anteriormente se realiza esencialmente en dos tipos de actividad mental: movilización y estructuración. Lo que demuestra bien la dinámica no lineal de la construcción del conocimiento.



Ausubel Novack: "El aprendizaje cognitivo se define como la integración de una nueva información que se incorpora al concepto preexistente, modificándolo.

3.2.5. Control - aprendizaje

Este tipo de actividad se sitúa al fin de un aprendizaje importante y tiene por objetivo permitir a los alumnos y al profesor:

- evaluar las experiencias adquiridas
- expresar los problemas, los obstáculos
- completar los aprendizajes.

Así, gracias a la dinámica del grupo curso, según el nivel de sus experiencias adquiridas, cada alumno efectúa la actividad mental que le es necesaria para estar preparado para pasar a los aprendizajes siguientes.

3.2.6. Fichas de trabajo alumno

Es una herramienta de trabajo que tiene por objetivo permitir que los equipos de alumnos asuman la responsabilidad de una actividad experimental.

Esta ficha ayuda a la organización material, estimula las discusiones para llevar a cabo la experiencia, para recopilar los datos pertinentes, para analizar estos datos con el fin de llegar a la expresión de las conclusiones en relación con los objetivos de la experiencia, o bien a la formulación de nuevas preguntas.

Las experimentaciones que hemos realizado en clases a lo largo de nuestras investigaciones permiten constatar que los alumnos adquieren rápidamente las capacidades para realizar las experiencias de forma autónoma.

Sin embargo, muchas dificultades subsisten para la recopilación de datos pertinentes y analizarlos en función del objetivo fijado. En efecto, para ser realizadas de forma autónoma, parece que estas actividades necesitan un mínimo de abstracción.

Numerosos niños y niñas que se sitúan en una fase intermedia de desarrollo necesitan ser guiados para este trabajo.

3.2.7. Las herramientas didácticas

Las herramientas didácticas son todos los documentos elaborados por el profesor (individualmente o en equipo) para su uso y el de los alumnos para ayudarlo en sus prácticas. Estas herramientas deben evolucionar en función de su utilización en clases para hacerlas lo más pertinentes posibles.

Citemos a título de ejemplo algunas herramientas didácticas para uso del profesor:

ANÁLISIS CONCEPTUAL, SISTEMA DE REFERENCIA ALUMNO (por nociones, metodológica) MALLAS DE APRENDIZAJE, REDES, FICHAS DE TRABAJO ALUMNO, PROTOCOLO (construcción de secuencias de clase, procedimientos, prácticas didácticas).

Diferentes herramientas son presentadas en la continuación del documento y en los anexos.

Presentamos más en detalle la herramienta RED.

LAS REDES CONCEPTUALES

Su utilización en didáctica

REFERENCIAS

1

Una herramienta: la red conceptual

2

Utilización de las redes en didáctica.

1. Red: herramienta para el trabajo personal de los alumnos
2. Red: procedimiento de evaluación
3. Red: herramienta para el profesor para prever su enseñanza.
4. Las redes: herramientas para el curso

Las redes conceptuales Su utilización en didáctica

Al asociar estrechamente a los especialistas de la práctica y los investigadores, las investigaciones desarrolladas en el laboratorio tienen por objetivo, primero, analizar los obstáculos que se oponen a la adquisición por los alumnos de conocimientos estructurados y, luego, elaborar nuevos procedimientos de aprendizaje con herramientas didácticas adaptadas y experimentarlas en situación real de clases, con el fin de evaluar su eficacia.

En este capítulo presentamos procedimientos basados en la elaboración y la utilización de redes de nociones y de procedimientos por parte de los alumnos y los docentes.

Presentamos en la introducción, el marco en el cual nos situamos, fundamentos teóricos y opciones didácticas. Describimos la red conceptual, como herramienta didáctica, con los procedimientos de elaboración, como asimismo las diversas utilidades didácticas posibles.

Introducción

Para elaborar su enseñanza, cada docente es llevado a preguntarse cómo sus alumnos van a apropiarse de los conocimientos que tiene como responsabilidad transmitirles.

Esquemáticamente, podemos concebir *dos modos de adquisición*:

el alumno recibe un conocimiento construido, aportado esencialmente por el docente y por manuales escolares; en clases, cuando toma apuntes o ejecuta las instrucciones entregadas, o posteriormente en su trabajo personal (aprendizaje del conocimiento comunicado, ejercicios de aplicación, resumen de la clase...), debe tratar de comprender, aplicar, memorizar lo que le es comunicado y cada alumno pone en práctica métodos personales espontáneos más o menos eficientes.

el alumno construye su saber, a lo largo de actividades en clases y de su trabajo personal, a partir de materiales diversos y, gracias a procedimientos propuestos y enseña-

dos, debe gradualmente buscar las informaciones, procesarlas, ordenarlas, confrontarlas con los conocimientos anteriores, integrar antiguos y nuevos conocimientos al interior de estructuras conceptuales cada vez más complejas.

Decididamente nos situamos en el marco de la segunda concepción expresada, lo que por otra parte no excluye la utilización puntual de procedimientos que emanen de la primera.

Es el docente el que entonces va a permitir que cada alumno cumpla todas las etapas necesarias para la adquisición y la estructuración de un campo de conocimientos.

De esta manera, él es sucesivamente fuente de información, organizador de las actividades de aprendizaje, responsable de evaluar. Pero sobre todo, dentro de sus múltiples papeles, debe dar a todos los alumnos la oportunidad y la posibilidad de realizar las operaciones cognitivas mediante las cuales cada uno de ellos construirá su saber.

Su tarea fundamental es entonces crear, a través de su enseñanza, las condiciones que van a estimular en cada alumno la actividad cognitiva y, en particular, los cuestionamientos necesarios para la asociación y la integración de los antiguos y nuevos conocimientos.

Para desempeñar este papel ante cada uno de los alumnos, el docente es llevado, por una parte, a concebir una enseñanza coherente con sus propias concepciones del acto de aprender: procedimientos, prácticas pedagógicas y herramientas didácticas y, por otra parte, a tomar en consideración todos los factores que son susceptibles de influenciar las situaciones de aprendizaje (programas e instrucciones, condiciones reales de las clases, heterogeneidad de los niveles operatorios y de conocimiento, motivaciones, condiciones materiales).

Por otra parte, los conocimientos de los cuales deben apropiarse los alumnos, en particular los conocimientos científicos, nunca son nociones aisladas que sean suficientes por sí mismas. Los conceptos de un campo científico determinado siempre están estrechamente vinculados entre sí y el dominio de uno exige la referencia a numerosos otros. Además, estos aprendizajes están ligados a la apropiación de métodos científicos de razonamiento.

Así, el aprendizaje debe conducir a cada alumno a relacionar todas estas nociones necesarias para el dominio de un campo científico. Para alcanzar este objetivo debe realizar numerosos actos intelectuales que suponen su implicación permanente en el trabajo:

- preguntarse, expresar sus preguntas
- movilizar y expresar las experiencias adquiridas anteriormente, que tengan relación con los aprendizajes que se deben realizar
- recopilar nuevos datos y procesarlos
- confrontar estos datos con sus conocimientos anteriores, expresar los obstáculos que surgen
- confrontar sus nuevos conocimientos con los de los otros alumnos
- identificar y expresar las estructuras internas en el campo estudiado
- operar recuperaciones del campo apropiado a partir de estimulaciones diversas, aplicando los conocimientos en nuevas situaciones.

Si ciertos alumnos hacen en forma espontánea las actividades cognitivas que le permiten construir estas redes conceptuales, en el caso de la mayoría de ellos es necesaria la utilización de herramientas didácticas apropiadas para que ellos realicen la integración de los diversos conocimientos.

Dentro del contexto de una enseñanza científica basada en la construcción del conocimiento por cada alumno, en situación de curso heterogéneo, proponemos una **herramienta, la red**, que favorece por una parte el cuestionamiento y las actividades de estructuración por cada alumno y, por otra parte, la consideración por el docente de todos los factores que intervienen en las situaciones de aprendizaje.

En la continuación de este documento, hacemos explícito lo que abarca el término "red" y presentamos diferentes estados de esta herramienta en su utilización didáctica.

1. Una herramienta: la red conceptual

1.1. Referencias bibliográficas

Esta herramienta se utiliza desde hace varios años y su eficacia está comprobada en el campo de la enseñanza científica, por diferentes laboratorios de investigación universitaria. Sus objetivos son encontrar métodos, ya sea para favorecer la comprensión de un texto y la memorización de las ideas fundamentales, para facilitar la estructuración e integración de una enseñanza basada en nociones o procedimientos, o bien para la evaluación de los conocimientos.

1.2. Descripción de la herramienta

Una red es un conjunto de nociones entre las cuales existen relaciones, explícitas o implícitas:

- palabras
- relaciones
- estructuras.

La red es una representación espacial de un campo de conocimientos.

Se construye a partir de **palabras** correspondientes a las nociones o conceptos. Son los **nodos y relaciones** existentes entre los conceptos materializados por **lazos, líneas o arcos**.

El modelo más simple es el empleo de nodo para representar los conceptos y de líneas o arcos para representar las relaciones entre los conceptos.

Un modelo más complejo presenta una red completa con anotaciones y donde las relaciones son explícitas.

Ejemplo, ver anexo: red 1

1.3. Los tipos de representaciones espaciales

La característica fundamental de una red es su estructura en el plano. Se puede representar esquemáticamente las diferentes formas obtenidas:

1. representación con la forma de una lista sin jerarquía.
2. representación lineal o casi lineal a partir de una noción clave.
3. representación en estrella a partir de una noción clave.
4. bifurcación de las ramas de la estrella centrada en la noción clave.
5. representación en cuadrícula en torno a varias nociones claves y creación de múltiples interconexiones entre las ramas.

Estas diferentes formas, de la más simple a la más compleja, son características del grado de estructuración del campo conceptual expresado, mientras que la extensión de la representación espacial depende de la extensión del campo conceptual en cuestión.

De hecho, un conocimiento extendido pero no estructurado puede llevar a una red de gran superficie que incluya un gran número de nociones pertinentes pero con pocas conexiones, mientras que la misma "cantidad" de saber, pero estructurado, se expresa a través de numerosas interconexiones significativas del nivel de estructuración.

Si las configuraciones posibles dependen de la extensión y de la complejidad del campo de conocimientos cuya estructura se desea representar, también son significativas respecto de las diferentes etapas del aprendizaje de un campo conceptual. Por lo tanto, se puede comprender el interés de esta herramienta para la evaluación.

1.4. Procedimientos de elaboración de las redes

1.4.1. Construcción de una red en curso de aprendizaje

Para construir una representación espacial de un campo conceptual, se necesitan ciertas etapas. Hacemos una presentación lineal de estas etapas, pero en la realidad el sujeto que aprende, si debe comenzar necesariamente por el inicio de la primera, las atraviesa paralelamente yendo y viniendo de una a otra.

Para llegar a un producto terminado, él debe:

- identificar las palabras claves del campo conceptual, clasificarlas (palabras genéricas, acciones, objetos, unidades, atributos...); hacer que emerjan conceptos fundamentales
- expresar las relaciones entre los conceptos fundamentales y las nociones que se les asocian (relaciones binarias o ternarias)
- comenzar a disponer en el plano los conceptos (nodos principales) en relación (flechas + esferas) con las nociones (nodos secundarios)
- agregar las nociones y relaciones que aparecen a lo largo de la construcción de la red, producto del trabajo de construcción mismo
- trabajar la configuración espacial hasta la obtención de la que parezca ser la más satisfactoria para el autor y completa en el plano del contenido; estructurar completa y claramente la red.

Según el tema abordado, se pueden plantear diversos problemas:

- búsqueda de homogeneidad en la presentación de las diferentes categorías de nociones (palabras genéricas, objetos, unidades) o de relaciones (atributos, acción, consecuencias...)
- búsqueda de puesta en evidencia de ámbitos o aclaraciones diferentes del mismo campo de conocimientos (ámbitos de "la experiencia" y de la "teoría" en química...).

1.4.2. Construcción de una red a partir de un texto

En el curso del estudio de un campo disciplinario, se deben extraer ciertos conocimientos de textos. Una estrategia de lectura puede resultar eficaz para facilitar la comprensión de lo esencial, la memorización a largo plazo y la recuperación de los conocimientos así adquiridos:

- primera lectura rápida, identificación del tema, referencia de los conceptos claves, construcción de un primer estado de red de conjunto

- segunda lectura para comprender el sentido profundo del texto, identificación de todas las nociones indispensables para esta comprensión, inserción de estas nociones en la red
- revisión somera del texto para identificar los detalles útiles e insertarlos en la red
- búsqueda de una representación clara.

1.4.3. Construcción de una red sobre un tema

Fuente: notas personales alumno y/o capítulo de libro o texto.

Establecer la lista de las palabras seleccionadas a partir de criterios definidos:

- red sobre un conjunto de conceptos claves muy generales (red de conjunto)
- red limitada a una noción esencial muy detallada y enriquecida con ejemplos.

A partir de la lista, las palabras son colocadas en **categorías** y **jerarquías**, según su estado.

Ejemplo: electricidad

- magnitudes mensurables: intensidad, tensión...
 - unidad de medición: Amperio, Voltio
 - aparato de medición: amperímetro, voltímetro
- (esta distribución por categorías podrá aparecer en la red gracias a la elección de una leyenda)

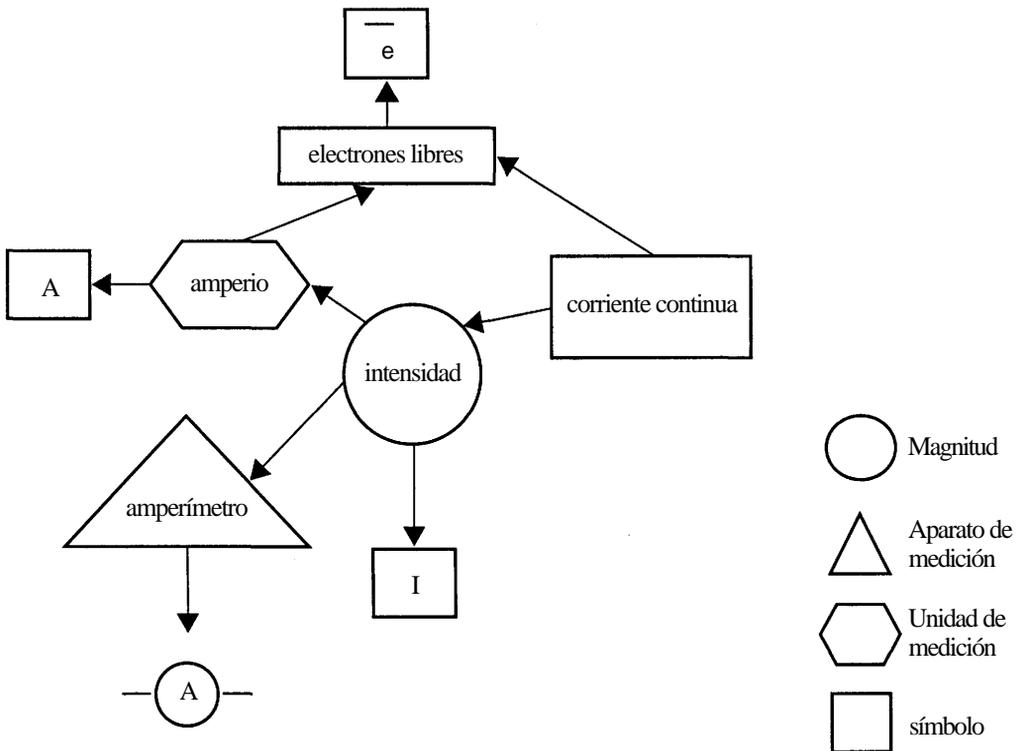
Las palabras enmarcadas y distribuidas en una página constituyen los **NODOS** de la red.

Los lazos se materializan por medio de las líneas que forman **ARCOS** de la red.

Ejemplo de trabajo en clases: CONSTRUCCIÓN DE UNA RED PARCIAL

Cuestionamiento: intensidad de la corriente

- ¿Cuál es su símbolo?
- ¿su unidad de medición?
- ¿su aparato de medición?
- Se introduce un simbolismo de representación



Las relaciones pueden ser implícitas. Éste es el caso del ejemplo o de la leyenda utilizada que basta para comprender los lazos trazados.

Sin embargo, a veces es necesario hacer explícitas las relaciones con el fin de traducir de manera precisa el nivel de comprensión.

Se pueden distinguir tres tipos de mallas:

1. Ciertos lazos no requieren explicación, es el caso de los lazos descriptivos; cuando se repiten lazos de la misma naturaleza en la red, se puede sustituir la explicación en una leyenda, lo que permite aliviar la red.
2. Otros lazos requieren un VERBO de estado o de acción, una conjunción, por ejemplo: **corresponde, contiene, tiene, es, sea...**
3. lazos o la frase proporciona una explicación científica que no puede contenerse en el trazado del arco: ejemplo: enunciar una ley, un principio...

Fichas de trabajo:

CONSTRUIR IGUALMENTE UNA RED PARCIAL A PARTIR DE LAS PALABRAS **TENSIÓN, POTENCIA** (utilizando el mismo simbolismo)

CONSTRUIR UNA RED PARCIAL A PARTIR DE LAS PALABRAS: CORRIENTE, GENERADOR, RECEPTOR, CIRCUITO ELÉCTRICO, CIRCUITO EN SERIE, DERIVACIÓN, DIRECCIÓN

(Introducir palabras complementarias)

REUNIR el conjunto de las redes parciales en una sola red. Completar las relaciones con leyendas. *Ejemplo, ver anexo red 2.*

GENERALIZACION: las redes obtenidas de esta forma son utilizables cuando el concepto abordado es una magnitud mensurable: temperatura, calor.

El aspecto definitivo de la red permite tener una referencia de las ideas fuertes que ésta contiene; mientras más cerca se encuentra un nodo del centro de varias mallas (arcos) hacia otras nociones (nodos), más importante es.

Al final de la cadena se puede encontrar un ejemplo concreto o una noción que se puede desarrollar posteriormente y que constituye un punto de anclaje y que se puede asociar a otras redes.

Otros ejemplos: moléculas, átomos.

Ejemplo, ver página red página 100.

Las utilizaciones de esta práctica son múltiples:

- para aprender a construir una red, en el curso de una enseñanza en clases o después de la enseñanza de un conjunto de varios temas
- para realizar una evaluación formadora seguida por una actividad de refuerzo.

2. Utilización de las redes en didáctica

Nos hemos interesado en las posibles aplicaciones de esta técnica en particular para la enseñanza de las Ciencias experimentales.

Lo experimentamos con varios profesores de secundaria básica y de liceo, por una parte, para la preparación de la enseñanza, para su realización, para la evaluación de los alumnos y, por otra parte, como método de trabajo para los alumnos, con el fin de facilitar y reforzar la estructuración de los aprendizajes.

La multiplicidad de utilizaciones correspondiente a objetivos diferentes nos conduce a definir distintos estados para esta herramienta. Las abordaremos sucesivamente; para cada una de ellas haremos una descripción de la herramienta, precisaremos las prácticas en las cuales se inserta, las operaciones cognitivas que estimula, los objetivos que permite alcanzar y eventualmente el punto de vista de los alumnos.

Cada docente puede utilizar uno u otro de los estados de la red según sus prácticas, sus propias necesidades o las que urgen en el caso de sus alumnos.

2.1. Red: herramienta para el trabajo personal de los alumnos

A lo largo de las diferentes fases del aprendizaje, se solicita a los alumnos que elaboren fuera de la jornada escolar, como trabajo individual, redes de diversos tipos, con objetivos diferentes.

redes espontáneas al comienzo o en curso de aprendizaje, a partir de las palabras importantes de las secuencias de aprendizajes (objetivo: crear relaciones entre las nociones a medida que se estudian)

redes a partir de ejemplos de situación experimental o teórica (familiarización y aprendizaje del recobro (recuperación) de las experiencias adquiridas)

- redes de procedimientos que ponen en evidencia los procesos utilizados, ya sea para una actividad experimental (ej. destilación, cromatografía), o bien para hacer el aprendizaje de un contenido global (ej. de materia a especie química)
- redes al final de aprendizaje, ya sea a partir de las palabras de trabajo en clases, o bien a partir de una situación que se refiera a todas las experiencias adquiridas (búsqueda de una síntesis de un campo disciplinario, preparando la elaboración de una red de validez). Ver anexo Cuadro 3 para los aportes de la práctica de la red en los alumnos.

2.2. Red: procedimiento de evaluación

Cuando el profesor analiza las redes elaboradas por los alumnos, ya sea en casa o bien en el tiempo limitado en clases, él identifica rápidamente, para cada alumno y para el curso de forma global, lagunas, errores, omisiones. Esto le permite adoptar estrategias adaptadas a los obstáculos encontrados por los alumnos en la construcción de su saber.

Estudiando los diversos aspectos de las redes, se nos induce a definir diferentes criterios de análisis:

- examen de la estructura espacial: un simple vistazo permite apreciar si se presenta de forma lineal, en estrella, ramificado o en cuadrícula. Así se tiene una apreciación de la densidad de las relaciones creadas mentalmente por el autor de la red
- examen de las palabras claves (nodos): pueden existir lagunas, errores, redundancias, palabras mal ubicadas, lo que ya da cuenta de los errores de relaciones.
- examen de las relaciones: pueden existir lagunas o errores que pueden revelar:

ya sea la ignorancia de los conceptos
o bien la negligencia ante la evidencia de ciertas proposiciones
o una dificultad de expresión proveniente:

- de un mal dominio de los conceptos
- del desconocimiento del lenguaje científico apropiado o de la sintaxis
- de la negligencia en la búsqueda de una expresión apropiada.

Una red construida por cada alumno no necesariamente tiene valor científico. Es la actividad cognitiva que suscita su elaboración que es generadora de saber; el producto terminado, después de haber permitido la evaluación, queda caduco.

En efecto, las estrategias de aprendizaje, cuyo análisis sugiere al profesor implementar, favorecerán nuevas estructuraciones en el caso de cada alumno. Cada uno de ellos entonces es capaz de elaborar una nueva red, más rica, más rigurosa, más cercana al sistema de referencia de nociones definido por el profesor.

2.3. Red: herramienta para el profesor para prever su enseñanza

Cuando un profesor se coloca en la hipótesis que para aprender cada alumno debe construir su saber, él es llevado a adoptar procedimientos de enseñanza que estimulan las actividades cognitivas necesarias para esta construcción. Esta concepción del aprendizaje y su enseñanza exige de su parte una coherencia que el sólo puede alcanzar adoptando métodos de trabajo adecuados. (Ver metodología, documento para los profesores página 90).

En esta perspectiva, antes de comenzar a concebir una progresión y secuencias de clases, le es necesario aprehender de forma global, por una parte, el campo conceptual al cual hacen referencia los contenidos que debe enseñar y, por otra parte, los conocimientos y métodos que los alumnos deben hacer suyos.

Para responder a estas necesidades, hemos experimentado diversos tipos de redes.

2.3.1. Análisis conceptual del campo científico

descripción

Las redes conceptuales son representaciones espaciales del campo científico al cual hace referencia una enseñanza determinada, en el ámbito de conocimientos y de estructuración deseable para el docente.

Para aprehender un campo vasto y complejo, generalmente se necesita construir varios tipos de redes:

- una red central que represente los conceptos fundamentales del campo disciplinario y sus relaciones, dividiendo el conjunto de este campo en ramas interconectadas
- redes secundarias (o específicas) que representan las nociones relativas a cada rama definida en la red precedente
- redes de procedimientos que representan los procesos ya sea de aprendizaje, o de exploración, o bien de utilización de cada ámbito
- redes que representan particulares interesantes para materializar las nociones de cada ámbito.

práctica

Para realizarlo el docente dispone de todo documento científico que pueda comprender.

Es indispensable someterlo a la discusión de pares para concluir en un documento tan completo y estructurado como sea posible.

La elaboración de dichas herramientas permite a los autores volver a apropiarse de todo el campo de conocimientos.

El producto terminado le permite visualizar de manera global este campo de conocimientos con sus estructuras fundamentales.

2.3.2. Redes de expertos

Dada la complejidad y la importancia de este trabajo, es aconsejable que científicos elaboren redes conceptuales que serán puestas a disposición de los docentes y a partir de las cuales ellos elaboren otras herramientas didácticas.

2.3.3. Marcos de referencia alumno

descripción

A partir de las herramientas elaboradas para el análisis conceptual, el docente confecciona las herramientas equivalentes para los alumnos.

- Red de nociones

Representación espacial de los conocimientos y de las estructuras que los alumnos deben hacer suyas, a lo largo de una enseñanza determinada.

Una representación espacial en red de estos marcos de referencia presenta el interés de visualizar las relaciones que los alumnos deben establecer entre las nociones para construir un conocimiento estructurado. En consecuencia, el docente puede de esta manera concebir una enseñanza que permitirá a cada alumno establecer estas relaciones.

Ejemplo ver anexo redes 1 y 2

- **Redes de procedimientos**

Representación espacial de los conceptos claves de un campo de conocimiento científico, ligados por palabras que expresen procesos que los alumnos deben cumplir para lograrlos.

De estos diferentes marcos de referencia emergen las etapas lógicas de cuestionamiento de los alumnos y, por consiguiente, las grandes etapas de las progresiones posibles.

2.4. Redes: herramientas para la clase

Introducción - Problemática general

Nos colocamos en la situación del docente que ha efectuado un trabajo de análisis tan elaborado como es posible del contenido y de los objetivos de los programas que debe enseñar, utilizando para este propósito, si lo juzga útil, la herramienta propuesta en otra parte de este documento (análisis conceptual).

Pensamos también que hay un dominio suficiente de los campos científicos en cuestión para revelar la coherencia.

Este docente entonces se ve confrontado a la necesidad de ultimar una enseñanza que permita a cada alumno descubrir la coherencia de los diferentes ámbitos de la física y hacer suyos los conceptos fundamentales.

Gracias a su análisis del campo conceptual, él puede concebir **una progresión que extrae su lógica de la del ámbito estudiado**, permitiendo crear, a medida que pasa el tiempo, una red de conocimientos cuyo volumen y complejidad de las relaciones aumentan, a medida del avance, en torno a algunos conceptos claves.

Así, la sucesión, linealmente en el tiempo, de las secuencias de enseñanza debe culminar no en conocimientos que se yuxtaponen, sino que en la elaboración progresiva de redes que se ramifiquen y se extiendan en múltiples direcciones.

Al efectuar actividades cognitivas múltiples de cuestionamiento y de asociación el alumno llegará a este resultado.

La tarea del docente es crear situaciones en las que cada alumno se involucre y movilice todas sus experiencias adquiridas y capacidades para construir nuevos conocimientos, a partir de los antiguos e integrándolos.

Para satisfacer esta necesidad, proponemos actividades de clases que utilicen la elaboración individual o colectiva de redes en los diferentes momentos del aprendizaje, de la aproximación de un campo a la estructuración y su transferencia a un nivel determinado. Distinguiamos 4 momentos diferentes del aprendizaje y, a partir de ejemplos, analizaremos el interés de estas prácticas:

1. aproximación de un campo de conocimientos con el fin de aprehenderlo en su totalidad
2. recobro de un campo de conocimientos adquiridos anteriormente, con el fin de movilizar las experiencias ganadas y necesarias para nuevos aprendizajes
3. estructuración y transferencia de conocimientos de experiencias adquiridas recientemente

4. síntesis y estructuración de un campo de conocimiento.

Además, a lo largo de todas estas actividades de aprendizaje, cada alumno es llevado a tomar consciencia de las actividades cognitivas que él realiza para construir un conocimiento.

2.4.1. Redes de aproximación de un campo de conocimientos

Problemática

Cuando un docente aborda con un curso un nuevo ámbito de estudio, los alumnos poseen conocimientos, sean éstos estructurados o no, provenientes de aprendizajes anteriores, o bien de sus experiencias cotidianas.

Por lo tanto, es aconsejable que cada uno de ellos movilice sus conocimientos previos con el fin de incorporarlos en nuevos aprendizajes, ya sea para que éstos sirvan de base a los alumnos, o bien para que vuelvan a ser cuestionados mediante nuevos datos. Es a partir de estos conocimientos anteriores que podrá hacerse el cuestionamiento para los futuros aprendizajes.

Para lograrlo, el docente es llevado a utilizar procedimientos que apuntan no solamente a vencer numerosos obstáculos provenientes en especial de la extrema heterogeneidad de los cursos, tanto en el plano de los conocimientos como de las capacidades de expresión oral en el grupo, sino que a utilizarlos para la dinámica de los aprendizajes.

Práctica en clase

Esta práctica puede incluir tres fases sucesivas y concluir en productos que pueden utilizarse luego en toda la progresión:

Primera fase - expresión escrita individual.

Luego de una incitación cualquiera, en forma de pregunta por ejemplo, los alumnos disponen de algunos minutos para escribir sus ideas sobre el tema o las palabras que le vienen a la mente.

Ejemplo de instrucción: cite al menos 7 palabras o frases que le vienen a la mente cuando se habla de "materia".

En este tipo de actividad, el objetivo no es buscar la respuesta correcta, sino que hacer surgir todo lo que la palabra evoca para los miembros del grupo.

Se les da como instrucción que no se censuren a sí mismos, ya que las informaciones que pudiesen eliminarse son quizás más interesantes por las discusiones que ellas pueden provocar.

Segunda fase - recopilación de datos.

Al cabo de algunos minutos, los alumnos leen por turno sus proposiciones escritas. El profesor escribe las palabras en el pizarrón.

Cuando todos los alumnos se han expresado, el conjunto de los datos procedente de todos está a disposición de todo el grupo.

Cada uno debe apropiarse de este conjunto y utilizarlo para proseguir la actividad.

Tercera fase - procesamiento de datos.

Los alumnos reciben la instrucción de constituir subconjuntos agrupando palabras que tengan la misma condición o que tengan relaciones evidentes entre ellas (atributos, pertenencia...) y que nombren las categorías así constituidas: los conceptos se desprenden así de los conocimientos particulares de los alumnos.

Se representa el concepto central, rodeado de todos los conceptos expresados por los alumnos con ejemplos citados por ellos.

El trabajo colectivo concluye en una síntesis, presentada en forma de red que tiene forma de una estrella con eventualmente algunas ramificaciones, pero que rara vez tiene interconexiones entre las diferentes ramas.

Esta red representa el conjunto de los puntos de vista, de los ángulos de visión, de los aspectos previstos por el curso respecto del tema abordado, antes de comenzar la enseñanza. Estos puntos de vista no están conectados entre sí y esto será justamente objeto de los nuevos aprendizajes: completar y estructurar.

Durante este trabajo, cada alumno toma nota de la red, en una hoja de borrador, a medida de su elaboración. Es un producto que él debe ser capaz de utilizar para construir, solo en casa, una representación personal, clara, del campo de conocimientos así vislumbrado.

En anexo se encontrarán producciones de redes de este tipo relativas a las palabras "materia" (redes 3 a 6).

Se podrán comparar los resultados obtenidos aquí con los obtenidos durante una actividad similar, pero cuyo objetivo es recuperar un campo de conocimientos.

Durante todo el estudio relativo a este ámbito, a lo largo de la progresión, el docente podrá utilizar esta red en clases, ya sea para instar a los alumnos al cuestionamiento, o bien para participar con ellos de los aspectos estudiados y de los que quedan por abordar. De la primera red elaborada, puede extraer representaciones más o menos esquemáticas que pueden facilitar el cuestionamiento de los alumnos, limitando los detalles sobre los cuales corre el riesgo de concentrar su atención.

Análisis de esta práctica

Esta práctica:

1. Incentiva a los alumnos a buscar una respuesta, ya que no pueden contar con la respuesta de los más rápidos como es el caso cuando la expresión es solamente oral; así cada uno se interroga, moviliza y expresa por escrito sus conocimientos anteriores, con mayor frecuencia parciales, estructurados o no.

2. Permite que todos los alumnos expresen su respuesta. En efecto:

Independientemente de cual sea su nivel de dominio del idioma, siempre pueden expresarse dando una lista de palabras: así se suprime un obstáculo importante para muchos alumnos condenados al mutismo en el plano científico debido a dificultades que se originan en la sintaxis o en la pobreza de su vocabulario general.

La expresión oral es diferida respecto de la actividad mental: así, los alumnos que carecen de seguridad y temen el juicio de los demás, evitan el bloqueo proveniente de la casi simultaneidad de la reflexión y de la expresión ante el grupo en el momento de un cuestionamiento exclusivamente oral.

Los que no se expresan espontáneamente en forma oral debido a una emotividad exacerbada, cuentan con el beneficio de un soporte escrito.

Las respuestas no se juzgan en relación con criterios de precisión o de error, sino que son aceptadas como datos útiles para el trabajo del grupo: el temor del juicio del profesor ni las observaciones irónicas de sus compañeros ya no paralizan al alumno poco seguro.

Además, la expresión de cada cual no es inducida por la de los demás, lo que se produce en las actividades orales: la primera respuesta, sobre todo si proviene de un alumno a quien sus pares consideran bueno, influye todas las que siguen fijando una dirección de investigación, lo que limita así el campo de representaciones expresadas.

3. Permite a los que lo deseen expresar su reflexión y ampliarla, sin que sean interrumpidos en su actividad por intervenciones. Aportarán al grupo una apertura original.

El impacto de esta práctica es expuesto y comentado en numerosos informes de experimentación:

en el plan cognitivo:

- estimula, en todos los alumnos, una actividad mental de movilización de las representaciones y experiencias adquiridas anteriormente, de búsqueda de hipótesis, de cuestionamiento
- favorece la apertura a datos que tengan una fuente exterior al individuo y facilita así el abandono de un egocentrismo infantil que impone un obstáculo al aprendizaje de un proceso científico
- permite que el conjunto del curso aproveche datos tan ricos y diversos como sea posible, que estén a su nivel y por lo tanto los puedan hacer suyos fácilmente
- les procura la satisfacción intelectual de aprehender, a su nivel, un vasto campo científico
- la producción de una red personal después del trabajo colectivo, lleva a cada alumno a interrogarse, reformularse, reorganizar los aportes de todo el grupo.

en el plan afectivo:

- la toma de consciencia del valor de sus aportes por parte del grupo valoriza a los alumnos que no tienen como costumbre expresarse
- favorece la inserción en el grupo de clases de los alumnos que tienen menos confianza en sí mismos
- contribuye a crear una dinámica de clase positiva para el trabajo colectivo
- revela al grupo su propia capacidad, gracias a su trabajo único, de hacer surgir del conocimiento de entre ellos, en lugar de recibirlo exclusivamente del docente
- permite el incremento de la actividad de los alumnos y la progresión de su autonomía.

2.4.2. Redes que involucran un campo de conocimientos

Problemática

A través de sus años de escolaridad, los alumnos abordan varias veces los mismos campos conceptuales, para ampliarlos y profundizarlos progresivamente.

Los aprendizajes de cada año escolar se fundan necesariamente en las experiencias adquiridas en los años anteriores.

"El aprendizaje cognitivo se define como la integración de una nueva información que se incorpora al concepto preexistente, modificándolo" (**Ausubel**).

Por lo tanto, el docente es llevado a incentivar a cada alumno para que encuentre sus conocimientos del año anterior y los nuevos aprendizajes serán más completos y mejor estructurados para los alumnos que poseen bases sólidas.

Entonces, el recordar conocimientos anteriores no es una actividad anodina que pueda ser dejada a responsabilidad de los niños y niñas en un trabajo personal. Constituye la primera actividad de la cual va a depender la búsqueda de la construcción del edificio conceptual.

Es entonces importante para el docente implementar procedimientos que hagan que este recordatorio sea eficaz para todo el curso.

La elaboración de una red por parte del curso y en forma individual es un procedimiento que hemos sometido a prueba y que se muestra movilizador y eficaz.

Práctica en clase

Se puede proceder de la misma forma que en el caso de la secuencia descrita anteriormente.

Ejemplo de instrucción: "Ustedes tuvieron clases de química en años anteriores', citen 5 palabras (o frases) que les vengan a la mente y que les parezcan importantes en química".

Después de algunos minutos de reflexión individual durante los cuales cada alumno escribe sus ideas, las selecciona en función de su importancia, se procede a la recolección de los aportes de cada uno y luego al procesamiento de los datos que así quedan a disposición de todos.

Los alumnos reciben las siguientes instrucciones:

- constituir subconjuntos que agrupen palabras que tengan la misma condición y denominar las categorías constituidas de este modo: los conceptos se desprenden así de los conocimientos particulares de los alumnos
- seleccionar y luego colocar en jerarquía los conceptos que les parezcan más importantes
- expresar las relaciones entre los conceptos.

La actividad en clase culmina con la confección de una red, en borrador, en el pizarrón y en cada hoja y cada alumno tiene como instrucción llevarla a casa con el fin de hacer, a partir de ella, una presentación clara y agradable que le sea personal.

El docente retoma el trabajo efectuado en casa, con el fin de constatar si todos los alumnos poseen los requisitos previos de nociones indispensables para las nuevas actividades de aprendizaje.

Las redes producidas por alumnos, luego de la instrucción y del trabajo efectuado en clases, tienen contenidos considerablemente idénticos ya que suceden a un trabajo colectivo y sólo cambia la forma:

- la disposición de las palabras
- la forma de escritura de las relaciones:
 - ya sea en la red misma, la longitud de las flechas, o en los recuadros
 - o bien al exterior de la red, haciéndose entonces referencia con un número a cada una de ellas.

Análisis de esta práctica

Hemos visto en la secuencia anterior que esta actividad es muy estimulante, ya que incluso el alumno en situación de fracaso escolar puede aportar, si no un concepto, al menos algunos ejemplos particulares que de todas maneras no son rechazados, sino que serán utilizados durante la construcción de la red como ilustración para materializar los conocimientos teóricos.

en el plano cognitivo:

- permite el recordatorio global y que estructura los conocimientos
- permite volver a precisar el vocabulario utilizado, lo que es particularmente útil cuando los alumnos provienen de docentes diferentes. Se constata entonces que estos últimos buscan por sí mismos el paralelo entre las palabras a las cuales estaban familiarizados y las que son aportadas por los alumnos que tienen una continuidad de docente.

Esta práctica permite crear un fondo común de saber entre alumnos que vienen de horizontes diversos, fondo que va a favorecer los intercambios, la apertura hacia datos que incentivan

a cada cual a salir de su crisálida inicial, a vencer el egocentrismo intelectual tan nefasto para la adquisición de un proceso científico.

en el plano afectivo y social:

- favorece la constitución de un grupo-curso a partir de varios subgrupos, donde cada uno de éstos puede expresar con sus particularidades, considerándose las como un enriquecimiento para todo el curso.

La parte colectiva del trabajo da a cada alumno las herramientas para una *reconstrucción* de su saber anterior que él debe efectuar sólo para culminar en un producto satisfactorio para él y, al hacer lo anterior, volver a encontrar las palabras, expresar nuevamente las relaciones, buscando una distribución espacial clara, él refuerza lo que ya sabe, coloca en un lugar apropiado de su red de conocimientos los elementos que le faltaban o que situaba mal. El alumno que ha realizado independientemente esta búsqueda después del trabajo colectivo, domina los conocimientos necesarios para los nuevos aprendizajes. Puede abordarlos con toda confianza.

2.4.3. Redes parciales

Problemática

Como dice **Bachelard**, si es cierto que "todo saber es una respuesta a una pregunta que uno se formula", entonces la principal función del docente es estimular las preguntas.

Son las nociones recién adquiridas las que constituyen las fuentes y el lenguaje necesario para la formulación de nuevas preguntas y de los aprendizajes realizados anteriormente se debe desprender el cuestionamiento.

Esta condición es necesaria para que los nuevos aprendizajes se articulen a los antiguos y para que el edificio conceptual, al crecer en volumen, crezca también en estructuración (complejidad organizada).

La elaboración de nuevas estructuras conceptuales pasa a ser entonces una búsqueda de respuestas a un cuestionamiento seguido a lo largo de actividades de aprendizaje que se remiten a este ámbito de estudio.

Este trabajo a lo largo de las secuencias implica una dinámica intelectual, para cada alumno, y para el grupo de curso: cuestionamiento, actividades de búsqueda de respuesta (experiencias, discusiones, informaciones...), elaboración de nuevos conocimientos, estructuración, integración, nuevas preguntas.

El desarrollo en el tiempo de la progresión es entonces una trayectoria intelectual, organizada en la red de los conceptos del campo científico estudiado.

El docente es el que da los impulsos, los métodos, las herramientas, eventualmente las informaciones necesarias para cada uno en esta trayectoria, pero especialmente es el que delimita las partes sucesivas que se explorarán.

Para cada una de estas parcelaciones, los alumnos elaboran la red de las nociones para estructurarlas inmediatamente después del aprendizaje y el docente utiliza estas redes parciales para suscitar el cuestionamiento durante las siguientes secuencias.

Estas redes contienen un número muy limitado de nociones claves, con todas las nociones secundarias que permiten su aprendizaje y, eventualmente, ejemplos particulares.

Prácticas de clases

Redes de síntesis de los procesos y conocimientos en torno a una secuencia experimental

Cuando han realizado una actividad experimental y redactado el informe de esta actividad, el docente solicita a los alumnos que hagan un organigrama de esta actividad y eventual-

mente que expresen en paralelo las nociones necesarias para comprender los fenómenos relacionados.

Ejemplos de experimento de electrólisis, experimento de hierro + sulfato de cobre; destilación.

En este tipo de actividad cada alumno es llevado a encontrar, con la ayuda del relato de una secuencia, todo el proceso efectuado, a establecer su coherencia, a volver a concebirlo y recrearlo mentalmente. El producto final atestigua la calidad de la reflexión, revela los obstáculos a la comprensión.

Además, cuando uno todas las palabras utilizadas con los conocimientos científicos que posee, es llevado a hacer la transferencia de este saber y así toma la medida justa de lo que domina y lo que no. Según su grado de implicación en la actividad, subsana sus carencias, ya sea solo con sus documentos, o bien pidiendo la ayuda del grupo y del docente en clases.

Esta actividad recurre a la autonomía de cada alumno: autonomía en la organización de trabajo, pero también y especialmente a la autonomía en la conducta del razonamiento, su pensamiento.

Si algunos alumnos se muestran capaces de tener esta autonomía, para la mayoría el aprendizaje es necesario. Si no se toma el tiempo de efectuarlo, se acentuará entonces la brecha entre los más maduros y los que necesitan más tiempo.

El docente, si no quiere poner en dificultades a ciertos alumnos desde un comienzo, debe entonces poner en práctica procedimientos para efectuar este aprendizaje. Tal vez lo más simple es realizar la actividad en clases, reflexionando en todas sus etapas y en las funciones de cada una de ellas para la apropiación de procesos y de conocimientos científicos

Red que integra la síntesis de los nuevos conocimientos de una secuencia a la progresión

Al final de una secuencia, ya sea en clases o en la casa, los alumnos deben retomar la red elaborada al final de la secuencia anterior, completarla incorporando las nuevas nociones y relaciones.

Ejemplo en química (de materia a especie química...) anexo red 6

Este tipo de red permite integrar conocimientos anteriores y nuevos; cada alumno así tiene una vista de conjunto de todo lo que son las experiencias adquiridas en un campo científico determinado.

Es este dominio que le permite proseguir su cuestionamiento, expresarlo, con el fin de continuar las actividades de la progresión cuyo objetivo será responder a estas preguntas.

De este modo, de una secuencia a la otra, hay un encadenamiento coherente de las actividades y cuestionamientos, el cual sólo puede favorecer la coherencia del conocimiento que se construye durante este tiempo, red que favorece la aplicación, la transferencia, el recobro de los conocimientos limitados.

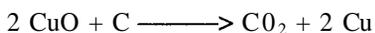
Después del aprendizaje de algunas nociones, el docente solicita a cada alumno que aplique estas nociones recién adquiridas en situaciones cercanas a situaciones de aprendizaje o en situaciones de la vida cotidiana. Así, al utilizarlas rápidamente, cada uno las hace suyas: eventualmente es probable que se presenten obstáculos para algunos alumnos en cuanto a la aplicación; esto lleva al docente, durante la discusión colectiva que sigue, a poner en práctica un procedimiento para sortear los obstáculos revelados por la actividad.

ejemplo 1: formar una red en torno a la palabra "vinagreta".

ejemplo 2: la denominación "agua dulce" hace referencia para su comprensión a varias nociones. Construir una red que represente estas nociones y sus relaciones.

ejemplo 3: la comprensión de la ecuación siguiente requiere la referencia a varias nociones científicas.

A partir de esta ecuación, construir una red que haga surgir las nociones y sus relaciones:



Instrucción: escribir esta ecuación en el centro de una página y construir la red a su alrededor.

Si bien el producto obtenido en los primeros ejemplos es muy simple, el que se espera del tercero debe permitir que cada alumno recupere todos sus conocimientos de química y que los estructure.

Según el lugar y el momento de la realización de estos ejercicios, su objetivo varía:

- en clases, al final de la secuencia: es un aprendizaje de recobro de las experiencias ganadas y una aplicación de los conocimientos adquiridos
- en clases, al comienzo de la secuencia: es un ejercicio de evaluación y de movilización de las experiencias adquiridas anteriormente en vista de un nuevo cuestionamiento.
- en la casa: es un ejercicio de recobro y estructuración de las experiencias adquiridas. Permite la revisión de los conocimientos en vista de un control.

2.4.4. Red: síntesis de un campo conceptual

Al fin del aprendizaje de un campo conceptual, para operar una estructuración global de este campo, es muy interesante elaborar colectivamente una red que represente una expresión, a la altura de los alumnos, del conocimiento reconocido por la comunidad científica, siendo entonces el profesor el garante de la validez del producto obtenido.

Esta herramienta validada puede entonces ser utilizada por cada alumno para encontrar una vista de conjunto de un campo conceptual, memorizar las ideas fundamentales de éste y, posteriormente, para actualizar rápidamente experiencias anteriores (preparación de un examen...) y según la forma que se le dé puede permitir una autoevaluación.

Se puede establecer la hipótesis de que las estructuras mentales que cada alumno se ha creado tienen las mismas características de coherencia que las estructuras espaciales que él es capaz de elaborar y que, bajo la acción de estímulos externos, tendrá acceso al conjunto del campo conceptual dominado de este modo.

VIRTUDES Y MEDIOS

**de la coherencia
Elementos para una metodología**

REFERENCIAS

1

Necesidad de un conjunto coherente de métodos de trabajo

2

Elementos de metodología. Elaboración de herramientas didácticas

Virtudes y medios de la coherencia Elementos para una metodología

Propuestas de métodos de trabajo para la elaboración, la realización, el análisis de la enseñanza, con el objetivo de permitirle al profesor establecer la coherencia entre sus intenciones y sus prácticas.

1. Necesidad de un conjunto coherente de métodos de trabajo

Enseñar es una actividad compleja. Es difícil para un docente tomar en cuenta, en la concepción y en la realización de sus prácticas profesionales, todos los parámetros que constituyen esta complejidad y que por otra parte deben cumplir con las intenciones pedagógicas.

Además, cada uno de estos parámetros nunca actúa solo, sino que en interacción con numerosos otros y es indispensable para el docente identificarlos y poner de manifiesto sus relaciones para analizar las situaciones diarias en clases.

Podemos agrupar estos factores en cuatro categorías:

1. los factores personales característicos de cada alumno
2. los factores relacionados con situaciones propios al establecimiento escolar y a cada curso
3. los factores propios a la disciplina
4. los factores circunstanciales, a los cuales hay que adaptarse puntualmente.

En la continuidad de su trabajo, el docente debe integrar mentalmente datos múltiples que le sirven de índices, de puntos de referencias para tomar opciones. Para que su enseñanza sea eficiente, los efectos en los alumnos deben ser obligatoriamente complementarios, es decir, aditivos o multiplicadores, y no indiferentes o contradictorios.

Es indispensable que el docente establezca una coherencia en todas las etapas de sus prácticas, es decir, desde la definición de las finalidades hasta la realización concreta, pasando

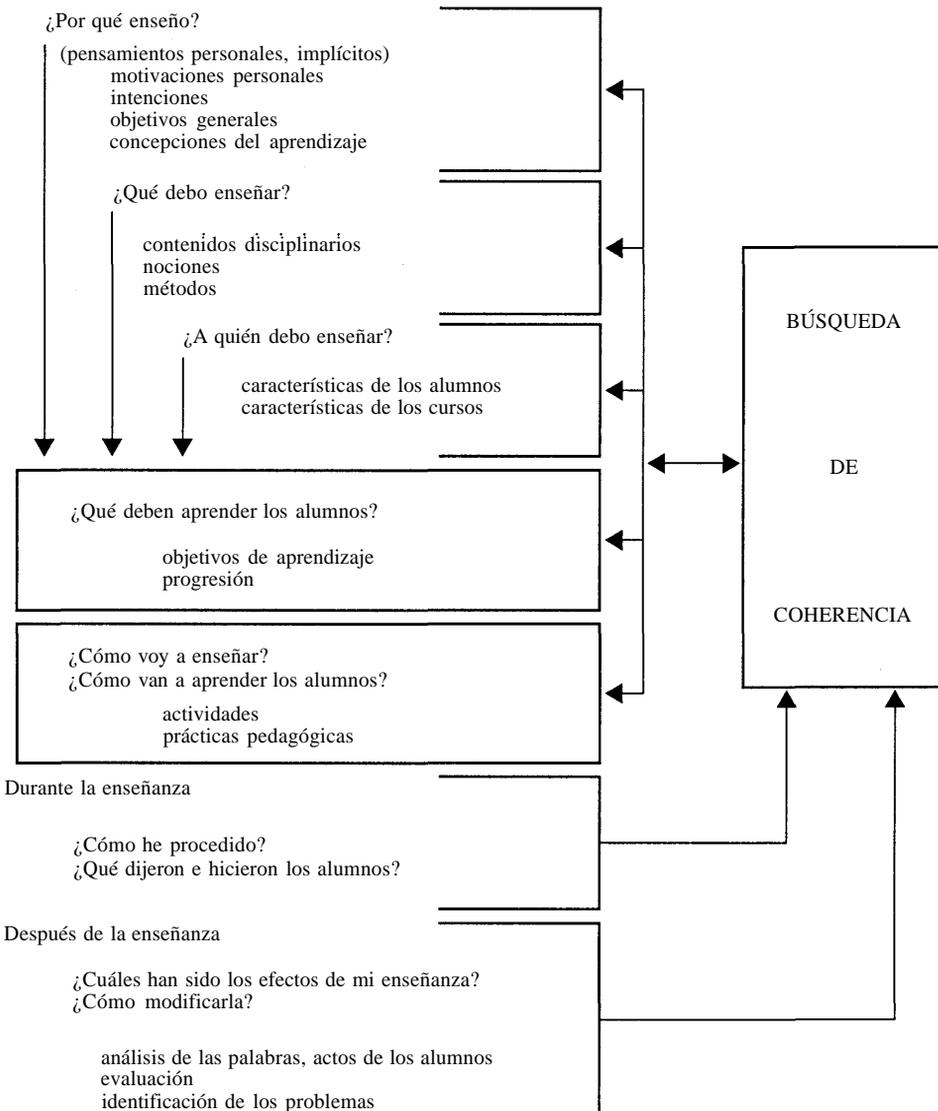
por la concepción de estrategias de aprendizajes y evaluaciones adaptadas a los alumnos que tiene a su cargo.

En lo que sigue de este documento contemplaremos un conjunto de métodos de trabajo, cuyo objetivo es precisamente ayudar a cada docente a concebir su enseñanza dentro de un conjunto coherente.

La presentación de las etapas del proceso y de los métodos en este documento es necesariamente lineal. Es evidente que en la práctica el proceso de cada uno incluye múltiples vaivenes de una etapa a la otra para establecer la coherencia e identificar los obstáculos que aparecen a lo largo de la preparación de las secuencias de clase. Presentamos la construcción de una red que esquematiza la trayectoria.

Las diferentes etapas del proceso que proponemos pueden esquematizarse de la manera siguiente:

Antes de la enseñanza



En el siguiente esquema presentamos las diferentes fases del trabajo del docente:

Antes de su enseñanza

1. antes de preparar una secuencia de enseñanza

debe tomar en cuenta los elementos en los que debe basar su enseñanza:

- él mismo..... | *¿Por qué?*
- la disciplina..... | *¿Qué?*
- los alumnos..... | *¿A quién?*

2. para preparar la secuencia de enseñanza

debe integrar todos los datos anteriores
para operacionalizarlos.....

| *¿Qué deben
aprender los
alumnos?
¿Qué voy a
enseñar?*

debe analizar los procesos que los alumnos
deberán utilizar efectivamente para realizar las actividades

| *¿Cómo voy a
enseñar?
¿Cómo van a
aprender los
alumnos?*

Durante su enseñanza

Dispone de un protocolo cuyos elementos ha diseñado en su totalidad, acciones o hipótesis; al utilizarlo está con la mente abierta y disponible a la realidad del curso, para adoptar las decisiones más adecuadas a cada momento y acoger las respuestas de los alumnos, palabras y actos, que le servirán al análisis de su trabajo.

| *¿Cómo he
operado?
¿Qué dijeron e
hicieron los
alumnos?*

Después de su enseñanza

Al disponer de todos estos documentos preparatorios, datos recopilados durante la enseñanza y de los resultados de la evaluación, el docente puede entonces identificar los problemas, relacionar todos los elementos que dispone, para buscar sus causas posibles y prever modificaciones.

| *¿Cuáles son
los efectos de
mis prácticas?
¿Cómo
mejorar mi
enseñanza?*

2. Elementos de metodología-elaboración de herramientas didácticas

2.1. Expresión de las intenciones y objetivos generales

¿POR QUÉ?

Se necesita que cada uno, mediante un trabajo de reflexión preliminar, trate de expresar sus motivaciones personales en relación con su oficio de docente, sus intenciones y sus objetivos generales y trate de readaptarlos en función de los datos evolutivos de su práctica cotidiana.

Fuentes:

Por una parte, las finalidades expresadas por las instituciones, programas escolares y comentarios oficiales y, por otra parte, las opciones éticas personales.

Método:

Reflexiones personales, si es posible expresión escrita, enseguida la confrontación, profundización y búsqueda de consenso con los equipos pedagógicos en los cuales participa el docente.

En la vida diaria, las intenciones y objetivos generales son generalmente implícitos. Cada uno, en la perspectiva de la búsqueda de coherencia entre lo que quiere y lo que hace, tiene un interés por volver a plantear estas preguntas regularmente en el curso de su vida profesional, con el fin de hacer explícito y aclarar su propio pensamiento para hacerlo evolucionar.

2.2. Estudio del contenido disciplinario

¿QUÉ DEBO ENSEÑAR?

Este contenido reviste dos aspectos principales: las nociones y los métodos de razonamiento.

2.2.1. Las nociones

Para dominar el campo conceptual que los alumnos deben hacer suyo, es indispensable que el docente traiga nuevamente a la memoria el conjunto de conocimientos que se asocian a éste, a su propio nivel, antes de definir los conocimientos cuya apropiación deberá ser posible gracias a su enseñanza.

2.2.1.1. Análisis conceptual. Sistema de referencia profesor.

Las nociones que constituyen el conocimiento científico siempre se integran a un campo conceptual que se presenta como un conjunto de propuestas ligadas en una red, cada una de las cuales es necesaria para la coherencia del conjunto.

El primer trabajo del docente es entonces definir precisamente el conjunto del campo conceptual en el cual se integren las nociones citadas en el programa.

Esta práctica entrega la posibilidad al docente de completar y reforzar sus conocimientos de la disciplina.

Fuentes:

Programa, conocimientos disciplinarios personales, libros, curso.

Método:

1. Identificar y escribir las palabras clave del programa.
2. hacer la lista de los conceptos fundamentales subyacentes y luego de todas las nociones que se asocien a ésta.
3. construir una red: como cada noción constituye un nodo de la red, las relaciones entre esas nociones son representadas por las mallas. Expresar todas estas relaciones.
4. completar a través de nuevas nociones que aparezcan, suscitadas por el trabajo de construcción mismo; mejorar la organización espacial en función de las nuevas relaciones.

Ejemplo, ver anexo redes

2.2.1.2. Sistema de referencia de nociones: red - alumno

Limitar la red anterior al contenido previsto en el programa del curso en cuestión.

Sin embargo, la descripción del programa puede no contener todas las nociones necesarias para que los alumnos construyan un conocimiento estructurado. Cada docente debe restablecer lo que juzgue necesario para que, al nivel en que se efectúan los aprendizajes en clases, no haya lagunas en las estructuras conceptuales elaboradas por los alumnos.

Por lo tanto, el profesor elabora diferentes redes-alumnos, poniendo de manifiesto diferentes aclaraciones de los aprendizajes (estructuras, transformaciones); éstas son herramientas que le serán preciosas para definir los aprendizajes por realizar, las articulaciones entre estos últimos, para concebir posibles progresiones y luego en clases inducir al cuestionamiento de secuencia en secuencia. A partir de estas redes es posible elaborar herramientas de evaluación. (Ejemplo ver anexo red 7).

2.2.2. Los métodos de razonamiento y procesos

Los métodos de razonamiento en las disciplinas científicas se integran a los conocimientos mismos. Un aprendizaje de los conocimientos que no integra al de los raciocinios no tiene las características de un conocimiento científico.

Una de las características fundamentales de un conocimiento científico es que todo concepto asocia estrechamente los hechos y la teoría. Resulta que la construcción mental de un concepto por parte del niño o niña supone un proceso dialéctico del campo de la observación hacia el del modelamiento.

De allí la necesidad de aprender a:

- buscar la objetividad en las observaciones
- seleccionar datos pertinentes
- formular hipótesis
- identificar y seleccionar parámetros
- prever y elaborar procedimientos de verificación.

El trabajo del profesor consiste esencialmente en una operacionalización de los aprendizajes de razonamiento a lo largo de las diferentes actividades de clase. (Ver definición de los aprendizajes).

2.3. Consideración de las características de los alumnos

¿A QUIÉN DEBO ENSEÑAR?

Es conveniente tomar en cuenta las características de los alumnos que constituyen el grupo-curso, tanto en el plano cognitivo como afectivo (ver marco teórico).

2.4. Definición de los objetivos de aprendizaje

¿QUÉ DEBEN APRENDER LOS ALUMNOS?

¿QUÉ VOY A ENSEÑAR?

A partir del sistema de referencia nocional-alumno y tomando en cuenta características individuales y colectivas, desprender los aprendizajes que el alumno debe realizar para construir un conocimiento estructurado. Expresarlos por frases que puedan traducir el conocimiento de los alumnos para el fin del trabajo y sobre el tema considerado. Precisar el nivel de abstracción o de generalización de cada aprendizaje.

Esta lista representa los objetivos que el profesor se fija, sin preocuparse por la distribución en el tiempo.

Identificar los métodos de razonamiento subyacentes a estos aprendizajes de nociones, precisando el nivel o el campo de aplicación (abstracto-concreto, simple-complejo, particular-general).

Organización temporal de los aprendizajes. Construcción de una progresión.

Buscar posibilidades de desarrollo lineal de estos aprendizajes en el tiempo, basándose en la lógica propia a los conceptos.

Para cada una precisar:

- las experiencias adquiridas anteriormente en las cuales pueden basar los nuevos aprendizajes
- las articulaciones entre antiguos y nuevos conocimientos, luego las nuevas estructuras conceptuales en las cuales deben integrarse simultáneamente
- los cuestionamientos posibles en las diferentes etapas de la progresión, que abren hacia los nuevos aprendizajes a partir de los conocimientos anteriores.

2.5. Elaboración de las secuencias de clases

¿CÓMO VOY A ENSEÑAR?

¿CÓMO VAN A APRENDER LOS ALUMNOS?

Preparación

- definición de los objetivos de aprendizaje de la secuencia, articulación con los aprendizajes anteriores, inserción en la red de nociones
- expresión de los requisitos previos de los aprendizajes anteriores que serán transferidos a lo largo de la secuencia
- previsión de los posibles procesos de los alumnos según su nivel de conocimientos y de capacidades operatorias, cuestionamientos y obstáculos previsibles
- descripción del desarrollo de la secuencia de clases.

Actividades a realizar

Procedimientos: aproximación, cuestionamiento inicial, instrucciones, fichas de trabajo
¿existe coherencia?

Análisis de la secuencia prevista con el fin de expresar:

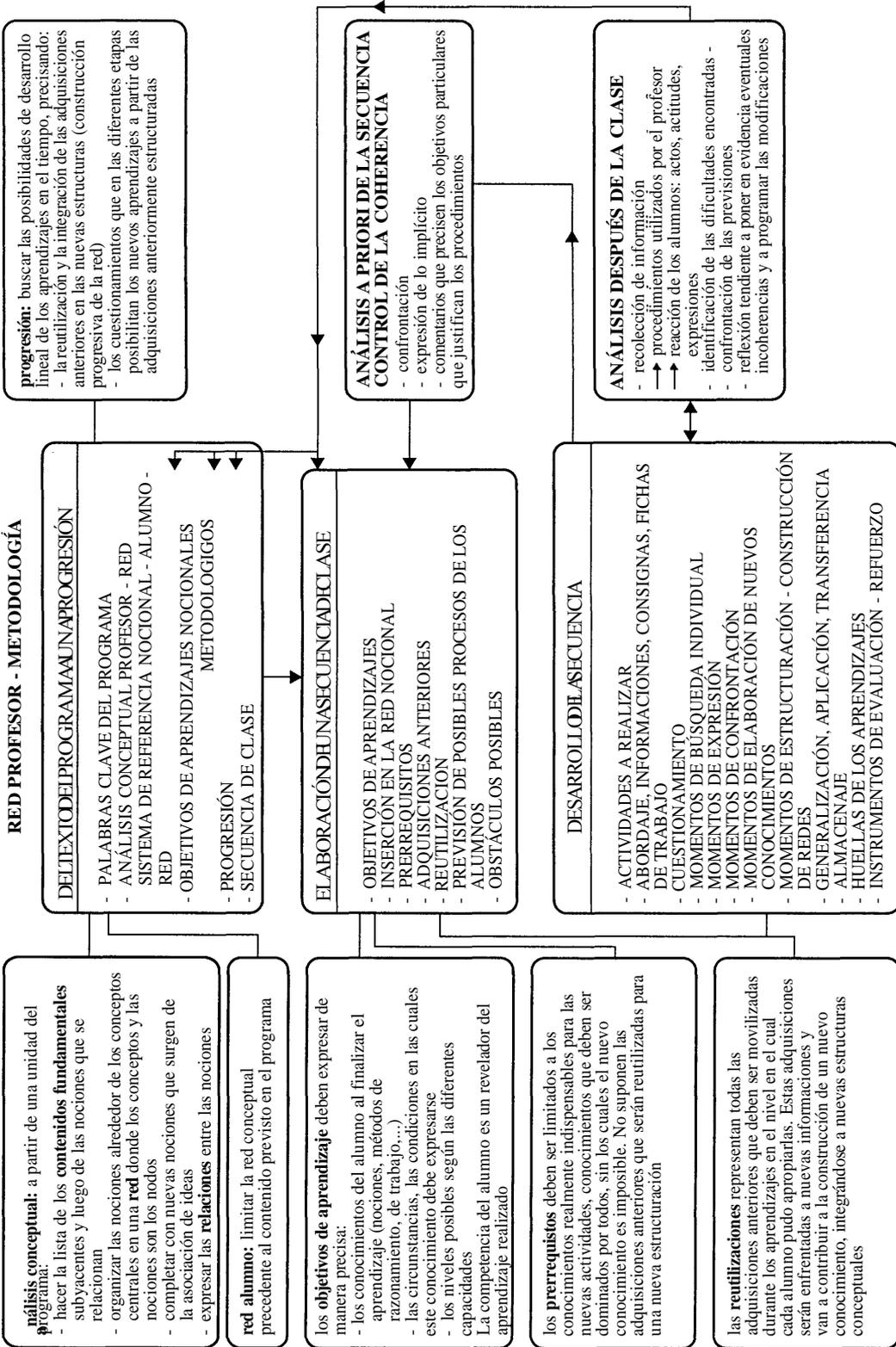
- los requisitos previos implícitos que, en caso de no ser identificados por el profesor, pueden crear obstáculos cuyas causas no podrá detectar
- todos los aprendizajes realmente contenidos en las actividades y en particular los aprendizajes de métodos de razonamiento. Modificar en consecuencia la lista contemplada anteriormente
- los procesos, los mecanismos intelectuales que los alumnos deberán utilizar durante las actividades: si algunos de éstos no son adquiridos con anterioridad, se debe prever el aprendizaje y utilizar los procedimientos adecuados
- la falta de identificación por parte del profesor de las operaciones que los alumnos deben realizar para aprender y, por consiguiente, la falta de adecuación consciente de su enseñanza, se encuentran probablemente entre las causas de los obstáculos que éstos encuentran a diario.

2.6. Análisis después de la clase

¿CUALES HAN SIDO LOS EFECTOS DE MI ENSEÑANZA?

Los resultados del análisis van a permitir hacer evolucionar el conjunto de los documentos para resolver las problemáticas evidenciadas.

En las páginas siguientes presentamos tablas resumidas: la red Maestro-metodología y la red Alumno-conocimiento.

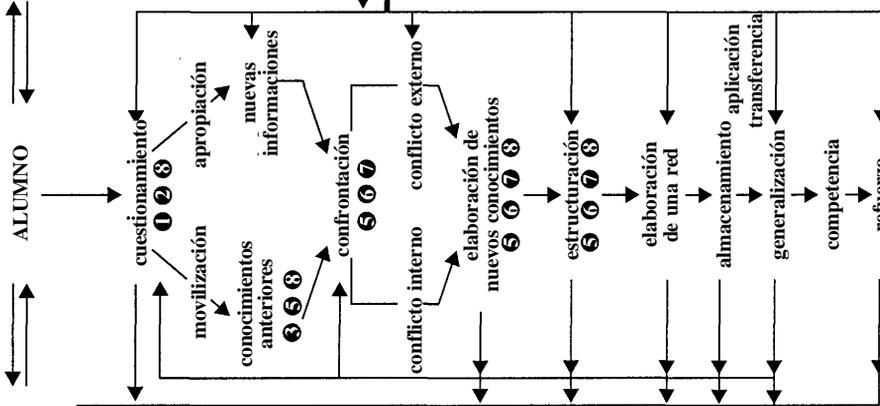


factores personales

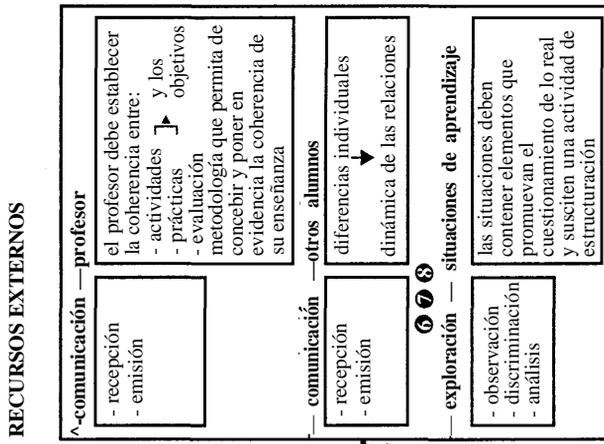
- repertorio cognitivo, instrumentos cognitivos, estructuras conceptuales (complejidad de las redes)
- nivel de desarrollo (pensamiento concreto-formal)
- capacidades intelectuales (atención, trabajo, memorización)
- dominio del lenguaje
- motivación

- 1 el problema debe ser significativo para el alumno
- 2 el alumno debe poder expresar claramente el problema planteado
- 3 el alumno debe dominar los prerrequisitos necesarios para el aprendizaje
- 4 el alumno debe poder expresar sus conocimientos adquiridos con anterioridad
- 5 el alumno debe poder expresar
 - las preguntas que se plantea
 - las respuestas a las preguntas formuladas por otros alumnos
 - los obstáculos a los cuales se enfrenta
- 6 la actividad debe promover la puesta en práctica por cada alumno de operaciones intelectuales de manera autónoma:
 - exploración de una situación
 - movilización de conocimientos
 - expresión espontánea
 - confrontación
 - búsqueda de formulaciones científicas (cf. Taxonomías)
- 7 para apropiarse de métodos de razonamiento el alumno debe:
 - utilizar estos métodos para aprender
 - identificar estos métodos en tanto tales

RED ALUMNO - SABER



HIPÓTESIS: CONSTRUCCIÓN INTERACCIÓN ALUMNO AMBIENTE (social, material)



- prácticas pedagógicas**
- cuestionamiento + expresión**
- aproximación a un problema
 - búsqueda inductiva
 - pregunta + respuesta escrita y expresión oral
 - reutilización
 - utilización de la reutilización
- actividad experimental**
- ficha de trabajo
 - ficha en equipo
 - formulación escrita
 - confrontación colectiva

- estructuración**
- elaboración de una red o de ideas clave
 - expresión de relación entre las ideas
 - inserción de las nuevas nociones en la red conceptual
- generalización**
- transferencia de los nuevos conocimientos a situaciones diferentes.
 - comprensión de situaciones familiares a partir de las luces dadas por los nuevos conocimientos

- evaluación**
- control-aprendizaje
 - construcción de redes que permitan analizar situaciones particulares
 - importancia de la expresión escrita en las respuestas para:
 - la búsqueda por todos de sus respuestas
 - la riqueza de la expresión y de la confrontación
 - la identificación de los obstáculos por el alumno y el profesor
 - el refuerzo

- obstáculos**
- no dominio del lenguaje
 - representaciones primarias
 - nivel de abstracción

- factores internos al área de conocimiento**
- contenidos científicos organizados en redes
 - la construcción de estas redes permite la construcción de un saber estructurado
 - los conceptos científicos asociados a hechos y teorías de actividad intelectual posible en niveles diferenciados (concreto-abstracto, simple-complejo, particular-general)
 - un conocimiento científico presenta aspectos simbólicos y figurativos, no se expresa de una única manera
 - el aprendizaje de procedimientos científicos permite el aprendizaje estructurado de contenidos

- factores situacionales**
- características de la clase (socioafectivas,...)
 - condicionamientos institucionales
 - condiciones materiales

APROXIMACIÓN DE LA DIDÁCTICA POR SITUACIONES CONCRETAS

Enseñar química en la secundaria básica

REFERENCIAS

1

Introducción del modelo en química

2

Análisis del contenido disciplinario

3

Construcción de una progresión

4

Construcción de una secuencia

Aproximación de la didáctica por situaciones concretas Enseñar química en la secundaria básica

Esta parte del documento se basa en situaciones de la vida del profesor y debe permitir que el lector aplique los conocimientos abordados en las partes teóricas anteriores con el de materializar éstos, o bien que entre en el documento antes de estudiar su aspecto teórico.

Las herramientas elaboradas en esta parte no sólo tienen el propósito de servir de modelos, sino que solamente de ejemplos para permitir que cada uno tenga una base de nociones para apropiarse de los métodos de trabajo.

Aconsejaríamos que se instaure un intercambio de reflexión tanto a partir de estos ejemplos como de las partes teóricas con los lectores.

Seguiremos el proceso completo de la implementación de una enseñanza sobre algunas secuencias de clase de química y nos basaremos en otras secuencias para abordar e ilustrar ciertos aspectos de la didáctica.

Numerosas referencias deben permitir, al lector que lo desee, remitirse a las diferentes partes teóricas para que progresivamente, al mismo tiempo que adquiere el dominio de métodos, profundice su reflexión sobre los fundamentos de esta didáctica y que, de este modo, en este movimiento de vaivén constante entre lo teórico y lo práctico, se vuelva cada vez más competente para sus decisiones en todos los momentos de su vida profesional.

Cuando el lector se involucra en la siguiente aproximación de los contenidos disciplinares, tiene en la mente sus propias concepciones de su enseñanza, de forma más o menos explícita:

1. En la hipótesis de que previamente haya hecho un trabajo de aclaración de sus intenciones, éstas le servirán de criterios de análisis de las propuestas que nosotros hacemos. Así podrá precisarlas, ampliarlas y medir su pertinencia.
2. En la hipótesis en que él aborde este documento de trabajo por esta parte concreta, pensamos que nuestras proposiciones lo incitarán a definir su propio marco de referencia y a definir sus intenciones con el fin de acceder a una autonomía mayor en su vida profesional.

1. Enseñar química en la secundaria básica

En esta parte del documento, prepararemos un proceso completo de elaboración de una enseñanza desde la primera lectura del programa, hasta la construcción de secuencias.

Trataremos el tema de la química a título de ejemplo.

1.1. Introducción del modelo en química

A lo largo de su enseñanza, los alumnos deben adquirir las bases de la química, con las teorías explicativas correspondientes.

La discontinuidad de la materia y la estructura atómica deben ser percibidas por éstos como un modelo explicativo de los fenómenos observados.

Lo anterior implica que ellos perciben los dos ámbitos en los cuales trabajan los científicos: **ámbito fenomenológico y ámbito teórico** y que pueden familiarizarse con sus interacciones.

El problema del docente entonces es permitir que los alumnos, dentro del marco de diversos programas de la enseñanza secundaria básica, se familiaricen con la noción de modelo en diversos ámbitos, en particular el de la química.

Hagamos explícita cuál es nuestro proceso para la introducción del modelo en química.

1. *Percepción de la necesidad de modelos teóricos*

A partir de la acumulación de los datos experimentales, el alumno debe interrogarse para interpretar y explicar los fenómenos observados y formular hipótesis sobre las materias observadas para poder interpretar sus propiedades.

2. *Formulación, por parte de los alumnos, de las hipótesis para construir un modelo*

A partir de los fenómenos observados, se identifican las propiedades que suscitan el cuestionamiento. Se plantea la interrogante: "¿cómo puede estar constituida esta materia para que tenga esta propiedad?". Los alumnos expresan ideas que se traducen gráficamente. Se analizan los esquemas propuestos, se confrontan y se identifican las ideas que ellos reflejan. Se busca una expresión correcta de estas ideas y se conviene en un código gráfico.

3. *Expresión precisa de las hipótesis constitutivas del modelo*

El profesor valida los resultados de la reflexión de los alumnos, confrontando el modelo que han elaborado con el que es admitido por la comunidad científica, aportando eventualmente precisiones y vocabulario adecuado. Toma de apuntes por parte de cada alumno de las hipótesis científicamente válidas.

4. *Validación del modelo*

Hacer previsiones de propiedades a partir del modelo y realizar el estudio experimental de estas propiedades. La confrontación de los resultados experimentales y de las previsiones teóricas debe permitir la validación del modelo.

5. *Aplicación*

Nuevos estudios fenomenológicos y utilización del modelo validado para explicar nuevas observaciones.

6. *Evolución del modelo*

Después de constatar la insuficiencia del modelo para explicar los fenómenos observados, hay que hacerlo evolucionar.

Esto nos lleva a un nuevo proceso: el cuestionamiento, la formulación de hipótesis, el trabajo dialéctico verbal y gráfico, la identificación y confrontación de las proposiciones, la validación.

1.1.1. Análisis del proceso

En este proceso se constata que los alumnos elaboran hipótesis pertinentes y que, en un debate con el curso, gradualmente la expresión se torna más precisa.

No pretendemos que los alumnos inventen totalmente el modelo. De todas maneras, si bien los alumnos participan de buena gana en este tipo de actividad oral y gráfica, no todos tienen la iniciativa de la formulación. Toman en cuenta las ideas de los demás y participan en el avance desde la reflexión de manera diversificada.

En cada etapa, después de haberse interrogado, formulado hipótesis, buscado representaciones gráficas para traducir las hipótesis, los alumnos se apropian de los modelos validados.

En este proceso nuestros objetivos son, por una parte, que los alumnos perciban la necesidad y las funciones que cumple un modelo de estructura de la materia; por otra parte que tengan la oportunidad de realizar actividades mentales necesarias para la elaboración de un modelo y su utilización y así cumplir y apropiarse de las etapas de un proceso científico.

1.2. Análisis del contenido disciplinario

1.2.1. Análisis conceptual a partir del texto del programa

Antes de preparar la clase, es indispensable que el profesor sepa qué conocimientos científicos debe hacer suyos cada uno de los alumnos. Ahora bien, estos conocimientos se integran a campos de conocimientos más vastos.

Para que pueda elaborar progresiones que permitirán a los alumnos construir conocimientos estructurados, el docente debe entonces indagar cómo se estructura el campo conceptual en el que se insertan las nociones que él debe enseñar a los alumnos. Realiza el análisis conceptual del campo científico abordado por su programa.

Este trabajo se hace a partir de las palabras claves del programa, el cual incluye estructuras que se deben hacer explícitas. Enseguida, a través del conocimiento que el profesor tiene del conocimiento científico, él elabora todo el campo conceptual en el cual se insertan estas estructuras.

1.2.1.1. Identificación de las palabras clave del programa

Seleccionemos a título de ejemplo algunas palabras clave de un programa de enseñanza de química.

Química: discontinuidad - materia - modelo particular - átomo - molécula — símbolo — fórmula — cuerpo puro — cuerpo simple — cuerpo compuesto - mezcla - reacción química - combustión — conservación de los átomos - conservación de la masa.

1.2.1.2. Análisis de las palabras: clasificación de las nociones, jerarquización, identificación de los conceptos centrales, búsqueda de la estructura del campo conceptual

El concepto "especie química" no se menciona explícitamente, pero aparece en forma subyacente al conjunto de nociones del programa: se le denomina "cuerpo puro".

Es uno de los conceptos fundamentales de la química. Difícilmente se puede evitar su apropiación.

Dicho concepto es muy complejo. Para la construcción coherente, requiere, tal como lo prevé del programa, la elaboración del modelo de la discontinuidad de la materia.

Se pueden reunir todas las nociones del programa en torno a los conceptos: materia, especie química, reacción química, modelo, discontinuidad, molécula, átomo.

Estas nociones pertenecen a dos ámbitos que tendremos que distinguir:

1. ámbito de los fenómenos, de las observaciones, de los hechos
2. campo del modelo, de las hipótesis, de las teorías. Las hipótesis que deben ser coherentes con los hechos.

1.2.1.3. Elaboración de una representación espacial

A partir de las palabras claves anteriores, se buscan las nociones y sus relaciones que le están asociadas.

A partir de estos materiales se puede construir una estructura conceptual espacial que representa el campo conceptual del profesor en el ámbito en cuestión.

Presentamos un ejemplo de red conceptual (ver página 99).

1.2.2. Elaboración de sistemas de referencia nocionales: construcción de una red nocional alumno

Tomando en consideración las limitaciones provistas por el texto del programa, a partir de la red anterior se puede elaborar una nueva red que refleje una construcción coherente de los conceptos para el alumno.

Presentamos ejemplos de red-alumno (ver página 100).

1.2.3. Definición de los aprendizajes de nociones; expresión de los diferentes niveles de aprendizaje de los conceptos fundamentales

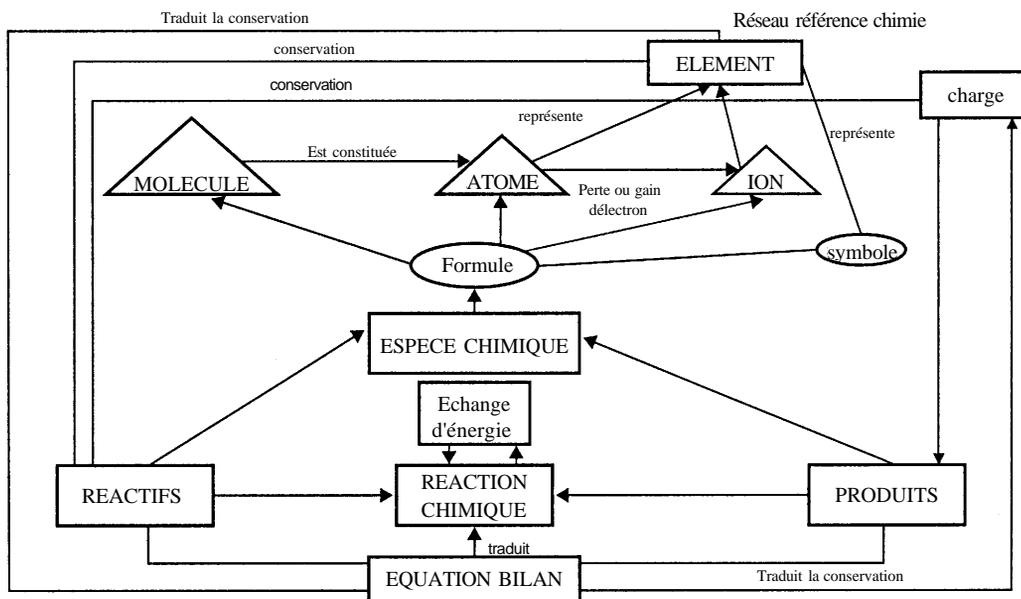
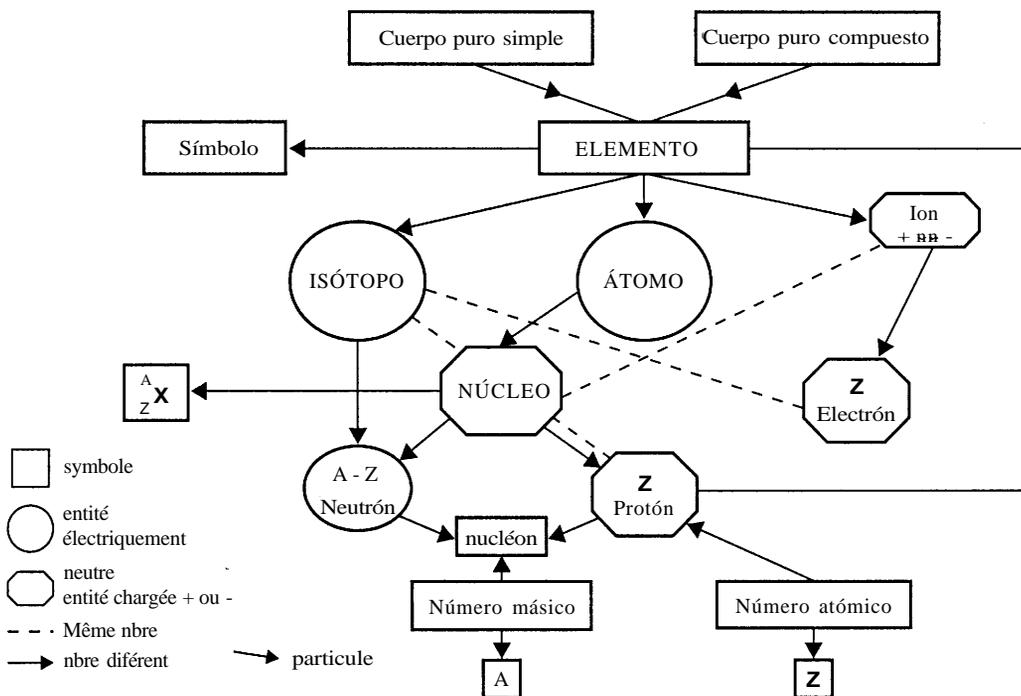
1.2.3.1. ámbito de los fenómenos

construcción de la noción de especie química
construcción de la noción de transformación física
construcción de la noción de reacción química

1.2.3.2. ámbito del modelo

Construcción de la noción de unidad de especie química.

Cada especie química está constituida por unidades idénticas; las unidades difieren de una especie química a otra.



Construcción de la noción de átomo, como constituyente de las unidades de materia
 Reacción química y modelo.

Durante la reacción química, las unidades de materias no se conservan; aparecen nuevas unidades de materia. Todos los átomos se conservan, pero constituyen nuevas unidades de materia.

1.3. Construcción de una progresión

El **cuadro 1** presenta un ejemplo de progresión de un programa de química, distribuida en 20 secuencias. Las duraciones mencionadas son indicativas. Se expresan en minutos.

1.4. Construcción de una secuencia

El **cuadro 2** presenta, a título de ejemplo, la construcción de la secuencia 2.

CUADRO 1

PROGRESIÓN: DISTRIBUCIÓN DE LAS SECUENCIAS

código	duración	Tema de la secuencia
S-1	60	Introducción a la química - La materia
S-2	30	Observación de sistemas; aprendizaje de un lenguaje científico
S-3	30	Técnicas de separación de las fases
S-4	60	Separación de los sistemas homogéneos: destilación y cromatografía
S-5	1 60 30	Identificación de las especies químicas: - estudio de la fusión y de la solidificación de una especie química - ficha de identificación de las especies químicas
S-6	40 20 20	Técnicas de purificación Síntesis de estructuración construcción de la red "de la materia a la especie química" Control
S-7	60	Elaboración de un modelo
S-8	60 30	Propiedades de los gases; validación del modelo Síntesis Control
S-9	60	Realización de reacciones químicas. Hierro-Azufre
S-10	90	Interpretación de las reacciones: evolución de la representación del modelo (átomo, molécula, símbolo, fórmula, ecuación).
S-11	90	Experimentos con el Hierro
S-12	30	Reducción del óxido de Cobre
S-13	30 30	Los hidrocarburos: evolución de la representación del modelo Control
S-14	60	Estudio de la conductividad de las soluciones: apertura del modelo del átomo Nociones de iones, electrones, núcleo: protones, neutrones
S-15	30	Pruebas de los iones
S-16	60	El agua
S-17	90 20	Soluciones ácidas y básicas Control
S-18	70	Polímeros: identificación
S-19		Polímeros: síntesis
S-20	60	Control de síntesis

CUADRO 2

SECUENCIA S-2: OBSERVACIÓN DE SISTEMAS; APRENDIZAJE DE UN VOCABULARIO CIENTÍFICO

A-1	información	La primera etapa para el estudio científico de la materia es la observación: Vamos a observar cantidades limitadas de materias.
	pregunta discusión	¿Qué quiere decir para ustedes la palabra sistema? La discusión hace que emerjan varias acepciones posibles para esta palabra.
	información	En química se denominará sistema una cierta cantidad de materia cuyas propiedades se estudian, tales como el contenido de un tubo de ensayos.
A-2	instrucción	Cada tubo de ensayos colocado en un atril representa un sistema. Observar y describir estos 6 sistemas.
	actividad	Por grupo de 4 alumnos observar y describir oralmente y luego por escrito en su cuaderno.
	instrucción	A partir de la observación, seleccionar un criterio que permita clasificar estos sistemas en 2 subconjuntos.
A-3	discusión	Síntesis de las observaciones a partir del trabajo de un equipo; en la pizarra, representación de los sistemas con leyendas de las palabras utilizadas por los alumnos.
	información discusión	Introducir la palabra "fase" sistema a 1 fase o sistema de 2 fases Síntesis de las clasificaciones propuestas: - tomando en consideración el vocabulario de los alumnos - utilizando la palabra "fase"
	información	Establecer las asociaciones: - sistema de 1 fase = sistema homogéneo - sistema de varias fases = sistema heterogéneo.
A-4	discusión	Retomar observaciones o hipótesis aparecidas durante la descripción de los sistemas para aclarar un vocabulario: mezcla, solución, suspensión, emulsión, soluble, miscible, solubilidad, densidad, masa en volumen... (operación de transferencia de los conocimientos adquiridos. Ver refuerzo si es necesario).
	información	Introducir la palabra "especie química" en la discusión anterior.
A-5	instrucción	Hacer la lista de las palabras científicas encontradas en esta actividad.
	Trabajo en la casa:	Construir una red a partir de la palabra "materia" y que contenga todas las palabras de la lista anterior. Expresar las relaciones entre estas diferentes nociones.
	discusión	A partir del trabajo de algunos alumnos, construir una red. (Ver ejemplos página siguiente). La discusión debe permitir formular las relaciones entre las diferentes nociones: Fase sistema homogéneo, fase sistema heterogéneo, especie química.

- A-6 instrucción Describir los sistemas siguientes utilizando el vocabulario científico: Agua, agua gaseosa, aire, agua salada, oxígeno (tomar otros ejemplos).

ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE APRENDIZAJE. PRESENTACIÓN DE ALGUNOS RESULTADOS

REFERENCIAS

1

Conocimiento de los procesos de aprendizaje

2

Los obstáculos

3

El cuestionamiento

Estudio de los procesos de aprendizaje. Presentación de algunos resultados

Presentamos en este capítulo como ejemplo algunos resultados de un estudio que trata sobre la observación de un grupo de alumnos en situación de aprendizaje en clase. Los alumnos han sido observados por vídeo durante todo el año escolar. Se analizaron los documentos de vídeo.

La primera etapa fue la elaboración de una progresión de actividades, a partir de los objetivos de aprendizajes definidos por el análisis conceptual del programa de química.

Damos a conocer las conclusiones realizadas sobre las actividades A2, A3, A4 de la secuencia S-2 (ver los cuadros 1 y 2 de las páginas anteriores).

La observación de los alumnos en situación de aprendizaje permitió aclararnos sobre los procesos utilizados en el curso del aprendizaje.

1. Conocimiento de los procesos de aprendizaje

Cuando el alumno es colocado ante una situación experimental, el proceso espontáneo que adopta generalmente tiene los caracteres de un proceso previo al científico. Es sólo en una segunda fase, mediante una crítica a su propia actividad, una confrontación con uno de sus pares, una confrontación con un resultado experimental, un cuestionamiento proveniente del profesor que éste cuestiona si proceso espontáneo para adoptar un comportamiento mental más científico.

En efecto, en la actividad A2 en la que había una serie de tubos que contenían sistemas diferentes (homogéneo, heterogéneo; líquido; líquido-líquido; líquido-sólido), se le solicitaba que buscara criterios de clasificación teniendo como instrucción: **observar, describir y clasificar** los sistemas en subconjuntos. En un primer momento, hacen suposiciones para identificar la naturaleza de los compuestos en vez de observar y de describir el sistema.

En tres grupos de cuatro observados, los alumnos toman los tubos uno por uno, miran, agitan, tratan de identificar los contenidos, describen mencionando el estado, el color, el olor.

La búsqueda de identificación es más espontánea que la descripción. A lo largo de la actividad deben entonces pasar de una actitud subjetiva donde la imaginación tiene un lugar no despreciable, a una actitud más objetiva donde van a recurrir solamente a sus sentidos, especialmente al de la vista y eliminar gradualmente todo lo que no esté basado en una observación real. Ésta es una primera etapa hacia la adquisición de un proceso científico.

Esta cualidad se desarrolla, por una parte, en la observación seleccionando solamente los criterios pertinentes y, por otra parte, en la expresión oral y escrita de su observación, utilizando un vocabulario preciso.

El cuarto grupo hace primero una observación rápida de cada sistema, pero tomado en su conjunto: considerando a cada sistema en relación con los otros y luego trata de identificar (color, olor). Después de este trabajo oral, cada sistema es descrito para él mismo con todas las informaciones desprendidas anteriormente, las cuales son anotadas en el cuaderno.

Dan una primera expresión del criterio de clasificación: "sistemas con uno o varios componentes", luego critican esta expresión para reformularla: "sistemas con uno o varios componentes visibles", o bien "si hay un solo componente visible no se puede saber si se trata de una mezcla".

Todos los grupos proponen esta clasificación con variaciones en la expresión del criterio:

"Se ven 2 cosas diferentes en cuanto a aspecto"

"Sistemas formados por uno o más elementos"

"Los que parecen tener un solo elemento, un solo compuesto; se ve un solo componente, pero no se sabe si hay uno solo".

Constatamos que la transición de la expresión oral a la expresión escrita los obliga a buscar términos más precisos. Pasan de un lenguaje corriente, con vocabulario pobre, a una búsqueda de palabras más precisas, de un lenguaje corriente a un lenguaje precientífico, con el cual construyen las nociones estudiadas. La introducción del vocabulario científico se ve así facilitada.

2. Los obstáculos

La observación de los alumnos y las pruebas de evolución han dejado de manifiesto dificultades en ciertos aprendizajes. Estas dificultades tienen su origen en un cierto número de obstáculos que el niño o la niña debe sortear. Estos obstáculos son de naturaleza diferente y provienen:

- de las representaciones de los alumnos
- de estado de desarrollo mental (dificultades para acceder al estado formal, por ejemplo)
- prácticas pedagógica del maestro que no siempre puede tomar en consideración las representaciones de los alumnos y sus capacidades operatorias
- de ciertos factores psicológicos que provocan una falta de disponibilidad de los niños y niñas
- de conceptos en sí.

Para que el niño o niña pueda realizar el aprendizaje, la primera etapa de la didáctica es llevarlo a identificar estos obstáculos, de allí la necesidad de elaborar ciertos procedimientos para lograr este objetivo.

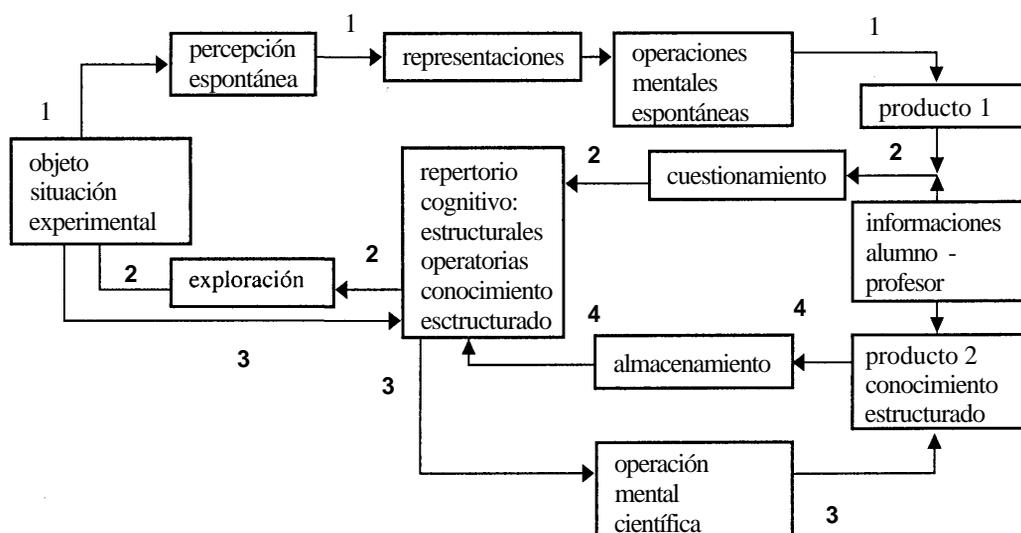
3. El cuestionamiento

El cuestionamiento es una fase obligatoria para el establecimiento de la relación del sistema de representaciones con el repertorio cognitivo estructurado y, por consiguiente, la reorganización de éste en función de nuevos datos, de modo contrario, los nuevos datos se añadirán pero no se insertarán en un mismo conjunto estructurado.

Por lo tanto, la actividad propuesta debe incluir procedimientos de cuestionamiento:

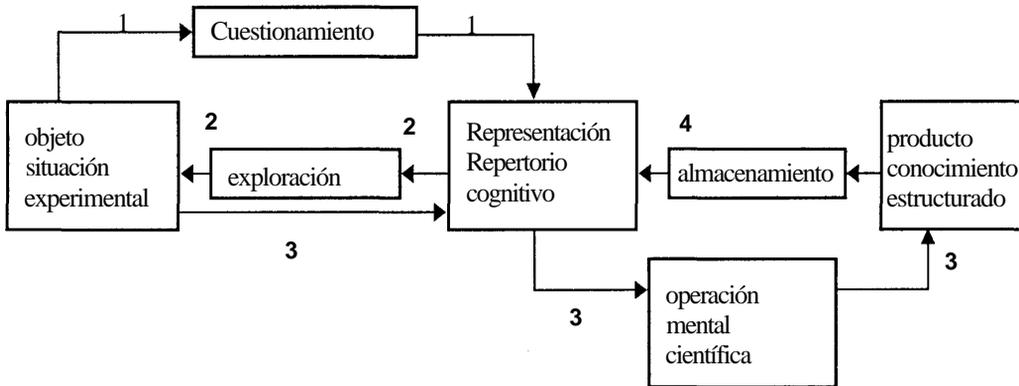
1. En las fases preliminares, el profesor estimula la expresión por parte del niño o niña de sus representaciones y de sus experiencias adquiridas anteriormente.
2. En la fase de trabajo en equipo son las interacciones entre los alumnos que lo generan, con la eventual participación puntual del profesor.
3. En las fases de síntesis colectivas, recopilaciones de datos, donde el profesor debe facilitar la expresión de los alumnos en la presentación y la confrontación de sus resultados.

Si se analizan las diferentes etapas del proceso efectuado por los niños y niñas se puede proponer el modelo esquemático siguiente:



Este esquema ha sido utilizado por un gran número de alumnos que hemos observado durante las actividades A₂, A₄ y A₅. A partir de la actividad A₄ se constata que aproximadamente un 20% de los alumnos comienza a dominar el proceso y opera de una forma más científica.

Se puede representar un modelo de este proceso a través del esquema siguiente:



En resumen, la construcción de un conocimiento estructurado es facilitada por:

- la expresión por parte del alumno de sus representaciones precientíficas sobre las nociones estudiadas o los problemas planteados
- la confrontación de sus representaciones con los datos de los otros alumnos, por una parte, y con los datos de situaciones experimentales, por otra
- la expresión del cuestionamiento resultante de estas diferentes confrontaciones y el juego de las interacciones entre los alumnos a partir de estos cuestionamientos
- la estructuración en estas discusiones colectivas, las que permiten la transición de representaciones precientíficas a un conocimiento científico estructurado.

Al adoptar estos procesos en varios cursos de experimentación, se constata el interés inmediato de muchos alumnos por esta práctica, interés que se manifiesta por una voluntad de expresar sus representaciones, sus preguntas, sus respuestas a la preguntas de otros alumnos.

Este compromiso, afectivo, en la actividad, estimula una actividad mental real que, según nuestra hipótesis, permitirá que un mayor número de entre ellos construya efectivamente un conocimiento estructurado.

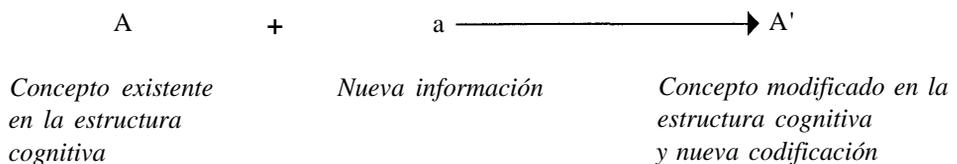
Marco de referencia Construcción del conocimiento

Presentamos autores, dando a conocer sus ideas claves, con el fin de orientarlos sobre temas de su elección sobre los cuales ustedes podrían conocer más consultando sus obras.

Este conjunto constituye el marco teórico de referencia en el que nos hemos basado para la elaboración de la didáctica.

Ausubel - Novack

El aprendizaje cognitivo se define como la integración de una información que se incorpora a un concepto preexistente, modificándolo.



La clave del aprendizaje es la referencia a lo que el alumno ya sabe, saber expresar en forma de una organización conceptual. La integración progresiva de informaciones a las estructuras preexistentes se ve facilitada por la propuesta de "puentes cognitivos" que hacen que estas informaciones tengan un significado en relación con los conceptos globales preexistentes.

Galperin

Al proceso de aprendizaje precede una **actividad de orientación hacia la tarea** que apunta a dar un significado de la conducta enseñada, a polarizar la observación para evitar empantanarse debido a los intereses subjetivos, a identificar los puntos de referencia que permitan cumplir

correctamente la acción; después de la realización de una exploración material, el alumno hace completamente explícita la operación realizada en forma oral, en voz alta; luego procede a ejercicios resumidos del procedimiento de identificación y de generalización: en este momento el concepto se especifica en relación con la situación y con la base lingüística.

Dos ideas importantes:

la mediación de la lengua es capital en la transición de la acción al pensamiento
obtener la participación inteligente del alumno en la actividad cuya lógica debe comprender.

Rogers (pedagogías no directivas)

La actividad individual está subordinada a la necesidad de realizarse. El alumno debe estar involucrado en un problema que le sea significativo: no solamente debido a una fijación afectiva, sino que a través de una toma de consciencia que comprometa al conjunto de sus capacidades cognitivas. La función esencial del educador no es proponer un contenido, sino que facilitar la toma de consciencia que permite que los alumnos perciban el significado del objetivo del aprendizaje respecto de su propia vida.

Piaget y la escuela de Ginebra

El desarrollo cognitivo se efectúa a través de la internalización de la acción propia del niño o niña. "Las operaciones intelectuales constituyen acciones internalizadas, coordinadas en estructuras de conjunto".

El sujeto responde a través de compensaciones activas a las perturbaciones externas, a estos desequilibrios que los problemas, los vacíos y los conflictos constituyen. Las estructuras que se equilibran de este modo en un estado determinado de desarrollo enseguida son integradas al estado siguiente, a estructuras más móviles, más extendidas.

Así, las estructuras más desarrolladas son el resultado de transformaciones y de coordinaciones de estructuras o de esquemas de nivel inferior.

Modelo de la teoría de la información

- codificación de la información:
 - análisis del estímulo, identificación de éste
 - transformación de la información sensorial externa en representación interna susceptible a ser manipulada y memorizada
 - factores a favor: complejidad de la información analizada
 - estructuraciones anteriores
 - dominio del idioma
 - capacidades operatorias
- tratamiento: búsqueda de comparaciones, relaciones...
- inferencias
- acceso a las informaciones almacenadas en memoria a largo plazo
 - la facilidad de acceso depende del número de índices disponibles en el momento del recobro: índices asociados a estas informaciones durante su codificación, densidad de las relaciones en estructuras cognitivas
- memoria a corto plazo, límites...

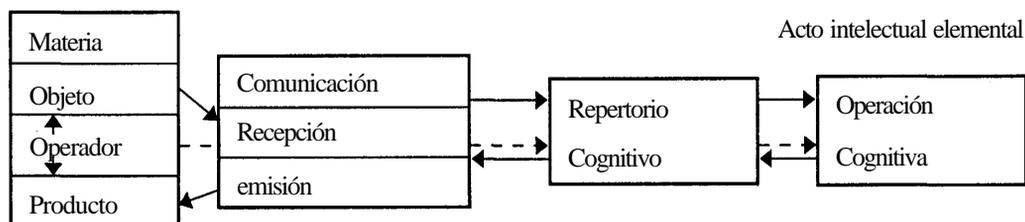
Gagné

Gagné propone un modelo del aprendizaje basado en la teoría de la información. Distingue diferentes fases en el aprendizaje a las cuales corresponden procesos específicos y asigna una jerarquía a los niveles (estímulos-respuestas, aprendizaje de las distinciones múltiples, aprendizaje de resolución de problemas). Propone asimismo una jerarquía de los productos del aprendizaje (conocimiento, habilidades intelectuales, estrategias cognitivas, actitudes).

En esta jerarquía, los procesos más elevados integran a los elementos inferiores en una síntesis específica.

D'Hainaut

Los actos intelectuales elementales intervienen en los procesos adoptados por los alumnos en situaciones diversas de aprendizaje y pueden esquematizarse de la manera siguiente:



Operaciones cognitivas:

Reproducción: objeto \longrightarrow mismo producto que durante el aprendizaje (Enunciar, enumerar, precisar, describir...)

Conceptualización: objeto \longrightarrow identificación de un curso o de un objeto como constituyente de un curso (no aprendido)

Tipología de los procesos intelectuales

1. relaciones del individuo con su medio

- adquirir y procesar la información:
 - conocer, identificar, encontrar...
 - extraer la información pertinente
 - analizar
 - hacer la síntesis
- encontrar relaciones con el entorno
- comunicar: recepción, emisión
 - nivel: complejidad y rigor de la codificación
 - sistema de codificación
 - nivel: cognitivo, afectivo
 - traducir, adaptarse

2. pensamiento en acción

- elaborar modelos, reglas, resolver problemas, inventar, imaginar, crear, juzgar, evaluar, seleccionar

3. pensamiento especulativo

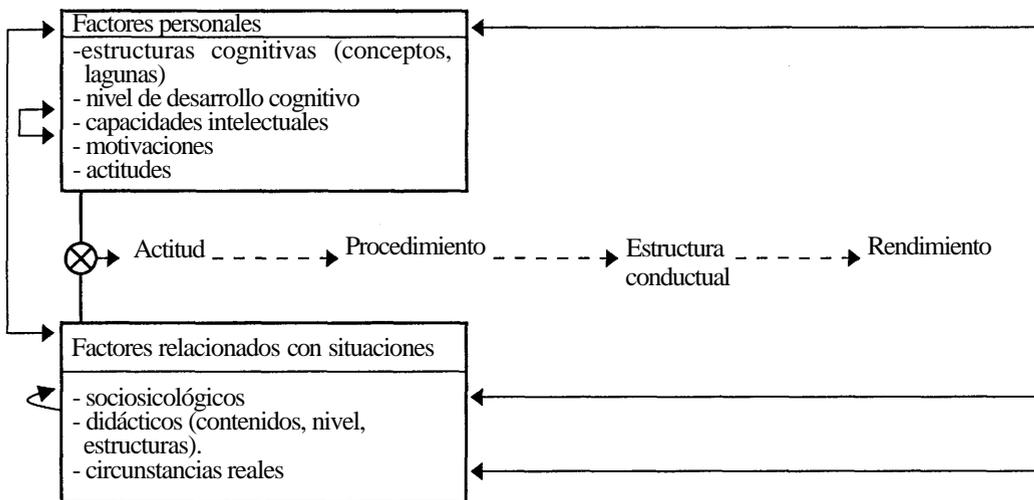
- abstraer, explicar, demostrar, prever, deducir, aprender

4. procesos en relación con la acción

- actuar (definir los objetivos, preparar, realizar, evaluar, corregir), decidir, concebir un plan de acción, una estrategia, transformar, organizar.

De corté

Un modelo del aprendizaje en la escuela (considerando varios modelos (Ausubel, Van gelder: análisis didáctico, Van Pareren: psicología del pensamiento, Piaget, Gagné)



Consideración de las diferencias individuales

- la experiencia del alumno puede estar desfasada en relación con los contenidos y con su expresión muy a menudo formal
- las relaciones del alumno en su medio de origen orientan su actitud respecto de las actividades en clases
- cada alumno domina en diferente grado el lenguaje y las estructuras operatorias.

En el caso de ciertos niños o niñas, la elaboración del pensamiento científico se opone al hecho que ellos desconocen el código que sirve para expresarlo habitualmente, especialmente cuando una enseñanza dogmática pone en corto circuito dos aspectos importantes de la construcción del pensamiento científico: el esfuerzo de la simbolización después de una manipulación efectiva y la transición al escrito que exige recurrir a un código elaborado.

La actualización de las estructuras operatorias en ciertas actividades parece depender del universo cultural de los alumnos. En particular, los raciocinios que suponen el recurrir explícitamente al pensamiento formal -modelamiento, razonamiento hipotético-deductivo, combinatoria de las variables- parecen ajenos a la actividad escolar e integrados en las formas de comunicación social.

Aprendizaje y comunicación

La inserción a una red de comunicación constituye un medio privilegiado para orientar el aprendizaje, acelerarlo, consolidarlo.

Doise - Mugny

Interaccionismo: al actuar en el medio aledaño, el individuo elabora sistemas de organización de esta acción sobre lo real. En la mayoría de los casos, no sólo se trata de lo real: al coordinar sus propias acciones con las de otro, elabora los sistemas de coordinación de sus acciones y llega a reproducirlas sólo en lo sucesivo.

Contructivismo: es la actividad estructurante del sujeto que es la base de su desarrollo cognitivo, actividad que se estructura progresivamente, nivel por nivel para obtener instrumentos cada vez más equilibrados. No se trata de la actividad de un sujeto aislado: es una actividad "socializada", basada en acciones y juicios sociales, pudiendo diferir de un individuo a otro y cuya coordinación culmina en la conclusión de un equilibrio que es también de naturaleza social, ya que integra, en un sistema de conjunto, puntos de vista divergentes que encuentran su unificación en dicho equilibrio.

De la interdependencia a la autonomía: la actualización autónoma de competencias cognitivas sólo es posible al término de un desarrollo fundado en una interdependencia social.

El desarrollo cognitivo, al nivel de una noción bien precisa, en sus momentos iniciales, depende profundamente de las interacciones sociales en las cuales los niños puedan participar. De esta interdependencia resulta una elaboración cognitiva conjunta, una coordinación de esquemas por otra parte aislados, los cuales culminan en competencias cognitivas.

Los niños y niñas de nivel inferior, que deben descubrir la elaboración de nuevos instrumentos cognitivos, dependen necesariamente de las relaciones interindividuales que se les proponen: sólo avanzan gracias a éstas. Una autonomía del desarrollo viene después de una interdependencia social inicial.

Además, cada desarrollo se basa en el desarrollo anterior. Se necesitan requisitos previos para que el desarrollo resultante de esta interdependencia pueda realizarse. Así, se puede comprender el desarrollo cognitivo como una espiral de causalidad donde ciertos requisitos previos permiten que el niño o niña participen en interacciones más complejas que aseguren la elaboración de instrumentos cognitivos más complejos que, a la vez, permiten participar en nuevas interacciones estructurantes.

Es sólo en el momento de la iniciación de un nuevo instrumento cognitivo que el trabajo colectivo puede ser superior al trabajo individual, siendo los niveles cognitivos alcanzados durante la interacción de individuos superiores a los de individuos aislados.

El conflicto sociocognitivo:

Los encuentros interindividuales conducen al avance cognitivo en la medida en que se produce un conflicto sociocognitivo durante la interacción. Este conflicto permite la toma de conciencia de parte del niño o niña de que hay respuestas diferentes a la suya. Hace explícitas las diferencias, fuente de desequilibrio, a la vez social y cognitivo. Además, las respuestas de otro pueden incluir indicaciones pertinentes para la elaboración de un nuevo instrumento cognitivo. El conflicto sociocognitivo aumenta la probabilidad de que el niño esté activo.

Si los procedimientos de conflicto sociocognitivo demuestran ser eficaces, es especialmente debido a que el problema planteado al niño o niña no es simplemente cognitivo, sino que social. Para él no se trata tanto de resolver un problema difícil sino que, ante todo, participar en una relación interindividual, una relación con otro. De allí esta hipótesis: las regulaciones cognitivas permiten establecer o restablecer relaciones específicas con otro.

Evitar el conflicto sociocognitivo puede constituir un obstáculo importante al emerger avances cognitivos: complacencia mediante la cual el niño o niña trata de reducir la divergencia interindividual de las respuestas, resolución unilateral, disimetría niño-adulto.

Los sujetos que ceden no avanzan. Ni la yuxtaposición de individuos, ni una asimetría total entre ellos puede producir avance: ya sea que las aproximaciones individuales no son puestas en común, o bien una de ellas está integrada al campo social.

Piaget:

- Estados de desarrollo
 - inteligencia sensorial motriz
 - pensamiento simbólico, preconceptual luego intuitivo
 - operaciones concretas
 - operaciones formales
- proceso de desarrollo
 - interacción sujeto-objeto
 - abstracción empírica
 - abstracción de reflexión
- construcción
 - perturbación, desequilibrio
 - compensación activa
 - equilibración en aumento

Teoría de la información

- codificación
- procesamiento
- inferencias
- retención en memoria
 - a corto plazo
 - a largo plazo
- recuperación
- elaboración de redes semánticas

Modelos didácticos (Ausubel, Gagné, D'Hainaut, De Corté)

- Toman en cuenta los aportes
 - de Piaget y la escuela de Ginebra
 - recientes teorías de la información

Especificidad de los conocimientos científicos**proceso científico**

- observación → exploración
- hipótesis → concepción
- experiencia → elaboración
- resultado → verificación
- interpretación
- conclusión

conocimientos científicos

organizados en redes
 conceptos asocian hechos y teorías
 refutable, modelable
 diferentes niveles de formulación

Gagné: jerarquía de los objetivos de aprendizaje

- Estímulo-respuesta
- distinciones múltiples reglas,
- principios resolución de problema

Gagné: objetivos de aprendizaje

- Información verbal
- Habilidad intelectual
- Estrategia cognitiva
- Actitud
- Habilidad motriz
- Fases de aprendizaje
- Motivación
- Aprehensión
- Adquisición
- Retención
- Recordatorio
- Generalización
- Rendimiento
- Refuerzo

D'Hainaut: operaciones cognitivas

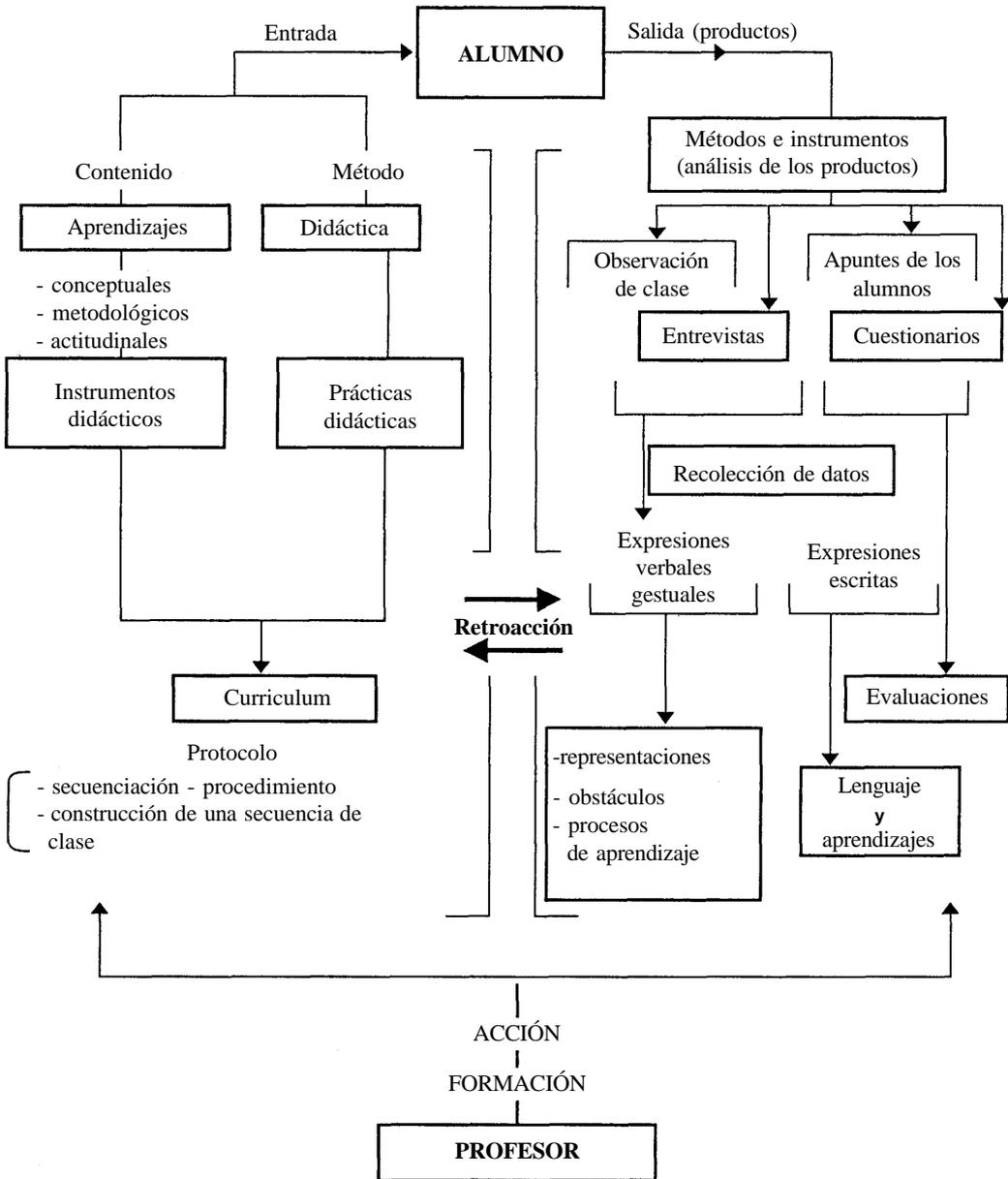
- Reproducción
- Conceptualización
- Aplicación
- Exploración
- Movilización
- Resolución de problemas

Lenguaje

- Función en la formación del pensamiento formal, en la comunicación
 - Contenido
 - Forma
 - Nivel
 - Obstáculo

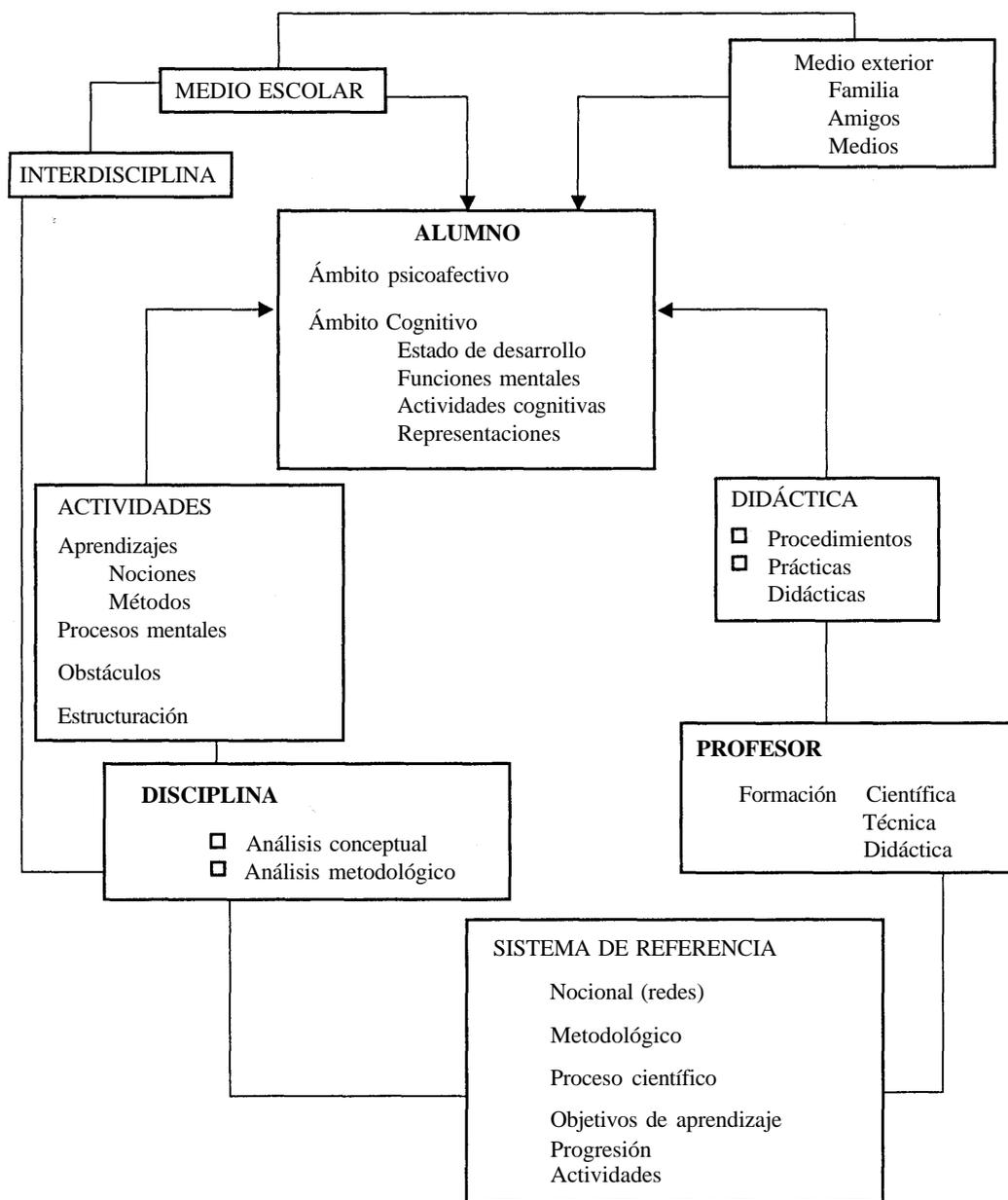
Anexos

CUADRO 1



CUADRO 2
PRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS ELEMENTOS
DEL SISTEMA

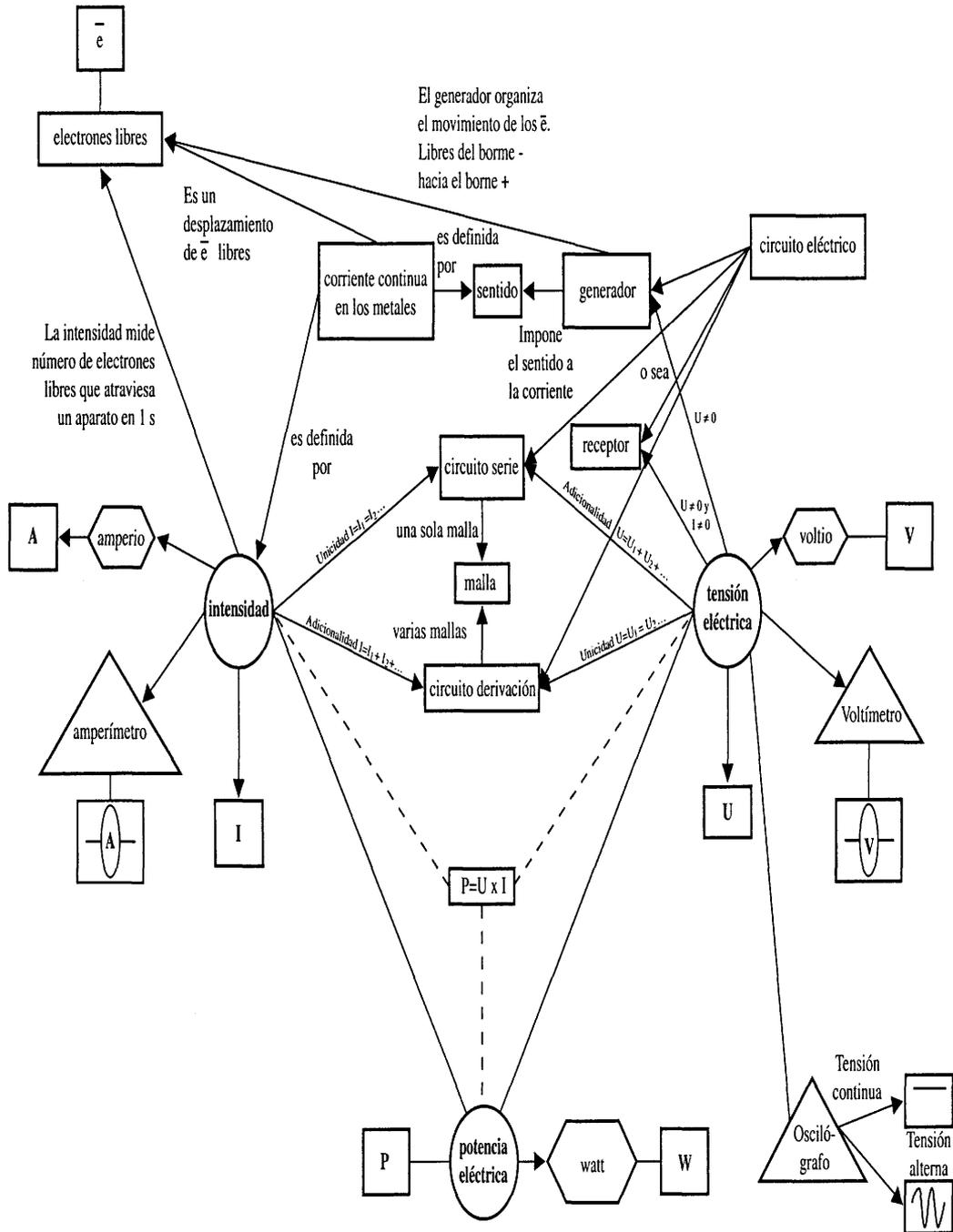
SUS INTERRELACIONES



CUADRO 3

LOS APORTES DE LA PRÁCTICA DE LA RED AL ALUMNO	TRABAJO ACTUAL DEL ALUMNO PARA APRENDER UNA LECCIÓN
<p>Existencia de un método</p> <ul style="list-style-type: none"> Las instrucciones dadas al alumno lo guían 	<p>Ausencia de método</p> <ul style="list-style-type: none"> Utilización de técnicas no apropiadas
<p>Ayuda a la estructuración de los conocimientos</p> <ul style="list-style-type: none"> Combinación de actividades cognitivas; caracteres unificados y ramificados de la red del curso 	<p>Yuxtaposición de conocimientos</p> <ul style="list-style-type: none"> Inducida por la presentación lineal del curso
<p>- Paso a la fase escrita</p> <ul style="list-style-type: none"> Mejora del nivel de comprensión Acentúa el dominio del vocabulario científico 	<p>Permanece en la fase oral</p>
<p>Existencia de un producto alumno</p> <ul style="list-style-type: none"> Organización propia a cada individuo Personalización Diferentes niveles posibles <ul style="list-style-type: none"> fase concreta fase abstracta Evaluación del trabajo realizado 	<p>Ausencia de huellas</p> <ul style="list-style-type: none"> Condensado del curso Misma estructura inicial No se solicita el nivel más elaborado Evaluación diferida
<p>Autonomía del alumno</p>	
<p>Rol activo del alumno</p>	<p>- Rol pasivo</p>
<p>Responsabilización del alumno</p>	
<p>Desarrollo de actitudes de creatividad y de curiosidad</p>	

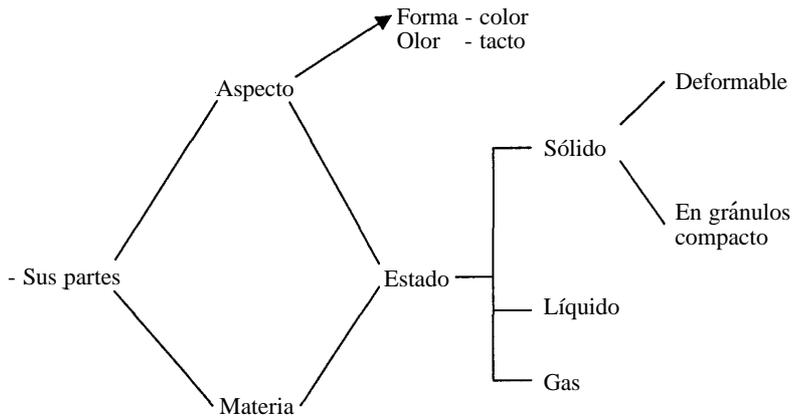
RED 2



RED 3

PARA DESCRIBIR UN OBJETO
ES ÚTIL CONOCER

- Su nombre (eventualmente su uso)



- Magnitudes físicas y mensurables:

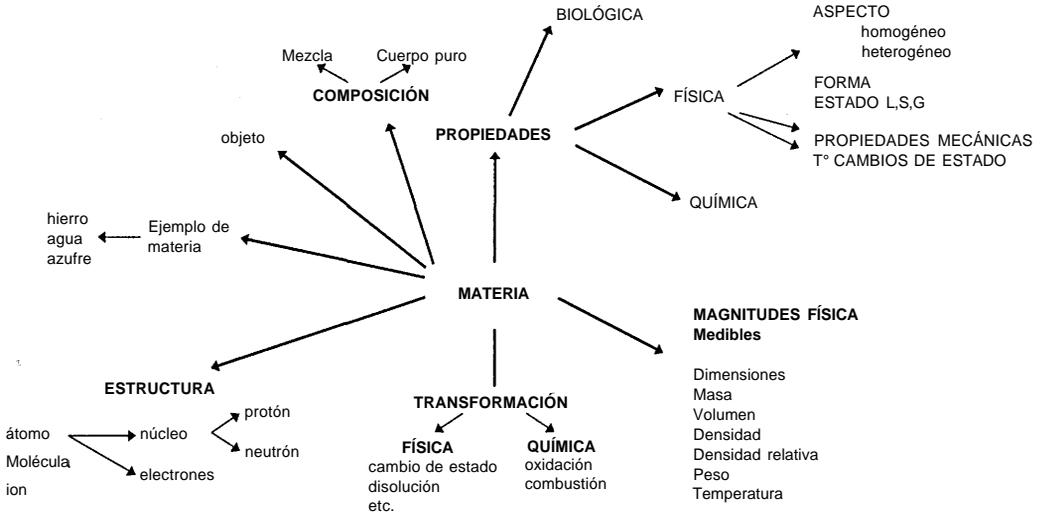
Dimensiones (m, cm, mm...)

Masa (kg, g,,)

Volumen (m³, cm³...)

Temperatura (°C)

RED 4

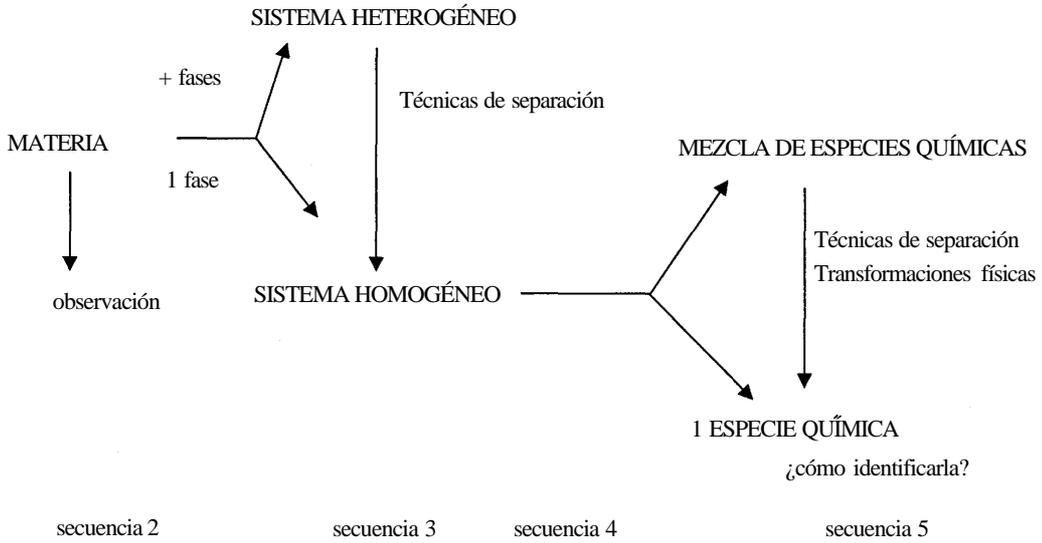


RED 5

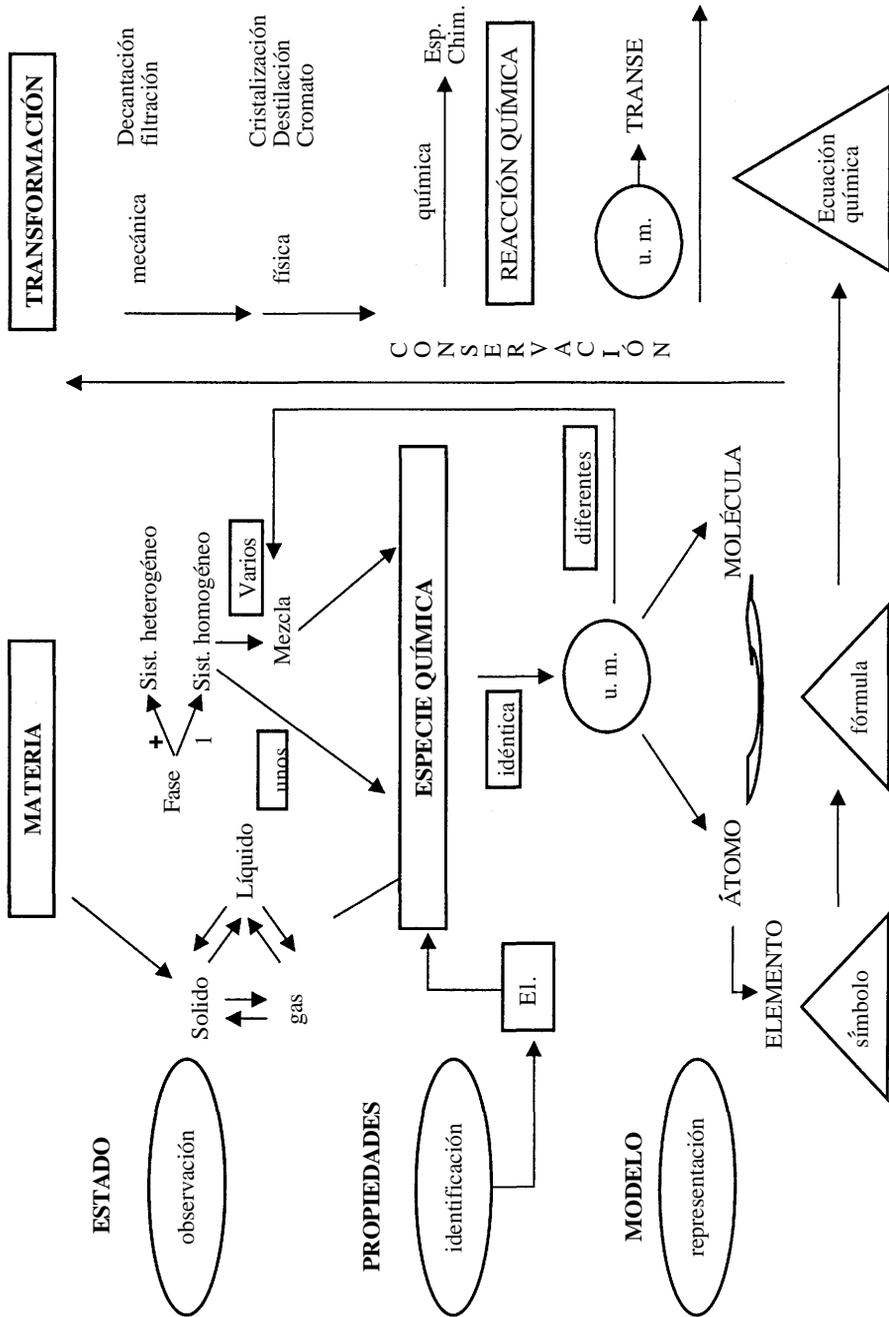
RED DE MATERIA

SÍNTESIS SECUENCIA 4
 CUESTIONAMIENTO SECUENCIA 5

SEC 1



RED 6



Bibliografía

- AUSUBEL, D.P., School learning an introduction to educational psychology Nueva York.
- BACHELAR, G., La Formation de l'esprit scientifique Librería filosófica J. Vrin.
- BERBAUN, J., Etude systématique des actions de formation PUF París.
- D'HAINAUT, L., Des fins aux objectifs de l'éducation Bruselas-París, Labor-Nathan.
- DE CORTE, E., GEERLIGS, C.T., Les fondements de l'action didactique A. De Boeck Bruselas.
- DE LANDSHEERE, G., La recherche expérimentale en éducation Unesco Delachaux & Niestlé.
- GAGNE, R.M., Les principes fondamentaux de l'apprentissage Ediciones HRW, Montreal.
- GALPERIN, P.J., La psychologie de l'apprentissage Ped. Stud.
- INHELDER, B., Apprentissage et structures de la connaissance PUF París.
- MACEDO, B., Thèse Chaleur et Température Universidad Paris-sud Orsay 1981.
- MACEDO, B., Desarrollo de la didáctica de las ciencias experimentales: América Latina Revista de investigación n° 50 Venezuela.
- MACEDO, B., NIEDA, J., Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años UNESCO Santiago, Chile.
- MACEDO, B., Soussan, G, Simon, C. Problemática que caracteriza a la didáctica de las ciencias Revista investigaciones en educación vol n° 1 2001, Temuco, Chile.
- NOT, L, C, Les pédagogies de la connaissance Privât éditeur Toulouse Francia.
- NOVAK J., A theory of education Cornell University Press Londres.
- PIAGET, J., Psychologie et épistémologie génétiques Dunod París.

REBOUL, O., ¿Qué es aprender? PUF París.

SOUSSAN, G., La investigación didáctica de las ciencias experimentales Revista de investigación n° 50 Venezuela.

SOUSSAN, G., Didáctica de las ciencias experimentales y la formación de profesores Revista de investigación n° 50 Venezuela.

SOUSSAN, G., SIMON, C, Formation continue des enseignants Actas de las séptimas jornadas de Chamonix.

SOUSSAN, G., Examen de un alumno en situación de aprendizaje UNESCO, OEI. Montevideo.