

LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA DESDE UNA CONCEPCIÓN HUMANISTA E INTEGRADORA DE LA CIENCIA

Dr. Jorge Ratto

INTRODUCCIÓN

El mundo de hoy, particularmente en el campo científico, es muy diferente al de hace algunos años. Los ingenieros y las industrias utilizan nuevos productos y nuevas tecnologías para la producción de bienes; los profesionales de la salud disponen de modernos procedimientos de diagnóstico y terapéuticos. Los descubrimientos científicos y tecnológicos se suceden constantemente y con una velocidad que nos asombra. Es evidente la influencia que ejerce el movimiento expansivo de la ciencia en la manera de pensar y de actuar de las personas, en los hábitos de vida y hasta en la estructura de nuestra sociedad.

Parece lógico pensar, en estas circunstancias, que nuestros alumnos “aprendan cosas” distintas de las aprendidas tiempo atrás. Muchos de ellos cuentan con un importante bagaje de vocablos científicos y técnicos, tienen intereses puntuales en relación con la ciencia y, además, han pasado por muchas experiencias de naturaleza científica. Los profesores que nos desempeñamos en las aulas tenemos una idea bastante formada del cambio operado en los jóvenes en los últimos años. El contacto directo con quienes pueblan nuestras aulas nos permite afirmar que existe una madurez especial para el aprendizaje de la ciencia que hace algún tiempo no se presentaba con característica tan particulares y definidas.

Frente a estas exigencias el contexto educativo actual, los docentes revisamos cotidianamente nuestras prácticas y nos volvemos a preguntar: ¿qué características debería tener el enfoque de las ciencias naturales en el plan de formación integral de los alumnos? ¿Qué significa enseñar ciencia en la escuela? ¿qué lugar ocupa la alfabetización científica en relación con la estructura doctrinaria de la ciencia? ¿Cómo desarrollar un aprendizaje significativo en ciencias? A lo largo de esta conferencia virtual trataré de abordar algunas de estas cuestiones que están en el centro de nuestras preocupaciones como profesores. A través del foro y del chat podremos, posteriormente, intercambiar impresiones, experiencias y propuestas para seguir construyendo una didáctica para las ciencias naturales.

Cuestión 1: ¿Qué ciencia enseñamos en la escuela secundaria? La discusión acerca de los contenidos de la enseñanza

Tradicionalmente, las propuestas desarrolladas en los planes y programas de estudio, como también en los textos dedicados a la enseñanza de la ciencia en la escuela secundaria, participaron de una concepción de ciencia entendida, fundamentalmente, como producto. Así, los alumnos sólo memorizaban o trataban de comprender un conjunto de contenidos (hechos específicos de la ciencia: leyes, principio, teorías, generalizaciones) que se pretendía cada vez más amplio. Esto significa que la ciencia se enseñaba, con demasiada frecuencia, teniendo en cuenta sólo uno de sus aspectos que, aunque importante, no es el único.

¿Qué significa "alfabetizar" en ciencias? ¿Qué implica este proceso? El proceso de alfabetización científica conlleva no sólo el conocimiento y la comprensión de los *conceptos* o hechos específicos de la ciencia, sino también, el aprendizaje de ciertos procedimientos intelectuales y el desarrollo de las actitudes propias del quehacer científico, que se vinculan, a su vez, con el quehacer educativo en el proceso de formación integral de la persona.

Pensar los contenidos de la enseñanza requiere, en primer lugar, tener en cuenta la lógica organizativa y la estructura disciplinar de las ciencias, en la que podemos identificar en principio:

- El **producto** científico, es decir, el conjunto de conocimientos o hechos específicos de la ciencia (principios, leyes, generalizaciones, teorías) acumulados y sistematizados, a través de los esquemas conceptuales integradores de la ciencia,
- El **proceso** de la ciencia, constituido por la metodología de la investigación y las actitudes características del quehacer científico.

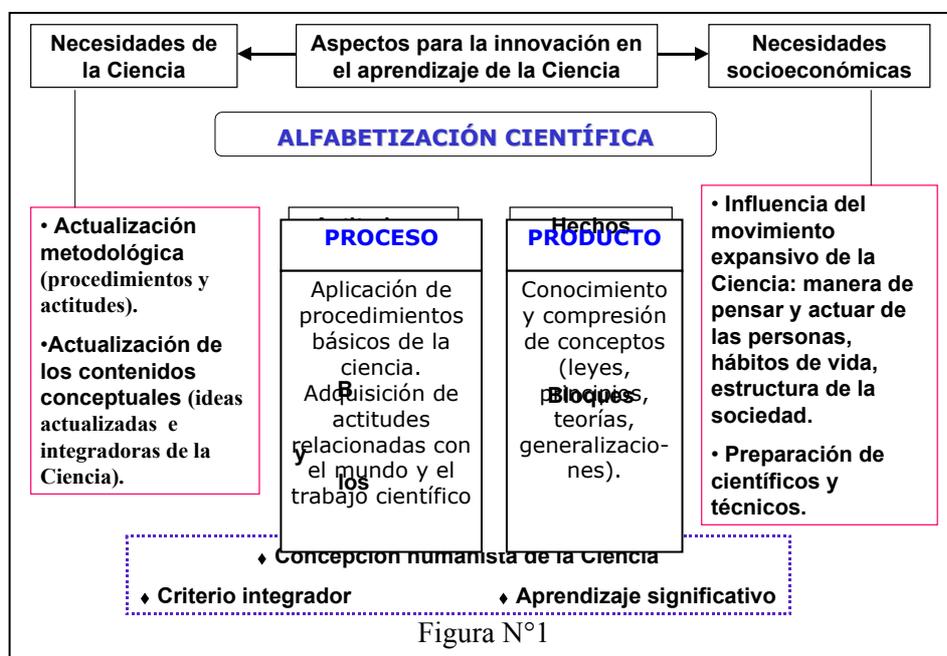


Figura N°1

En el proceso de alfabetización científica interesa, entonces, tanto el producto como el proceso: se trata de aprender conceptos, pero también actitudes, modos de pensar y actuar. Aprender ciencias no supone repetir un conjunto de conocimientos o datos científicos, sino captar el significado de los contenidos, de los modos de proceder y valorar el quehacer científico. Aprender ciencia es aprender las actitudes características de la ciencia, es aprender su metodología y es aprender sus principales y actuales esquemas conceptuales integradores.

Poner énfasis en esta estructura bidimensional de la ciencia nos permite aspirar a alcanzar en la escuela un objetivo básico del proceso de alfabetización científica: que los alumnos adquieran estrategias que les permitan no sólo incorporar saberes, sino estar en condiciones de profundizar y ampliar el campo de conocimientos durante toda su vida.

El proceso de alfabetización científica supone el aprendizaje de la ciencia como proceso y como producto. No se trata sólo de transmitir y aprender contenidos, sino de desarrollar, paralelamente, actitudes y estrategias para pensar y actuar.

El dominio de la estructura disciplinaria demanda, entonces, del alumno:

- ❑ **El conocimiento y la comprensión de los conceptos** y sus relaciones lógicas (los conceptos, los principios, las generalizaciones, las leyes, las teorías, integradas a través de los principales y actuales esquemas conceptuales unificadores de la ciencia (enfoque ecológico, enfoque metabólico, transformaciones de la materia y de la energía). El conocimiento y la comprensión de conceptos se vincula con el **saber**.

- ❑ **La comprensión y aplicación de los procedimientos básicos de la ciencia**, que incluyen estrategias, técnicas, habilidades y destrezas relacionadas con la metodología de la investigación. Estos procedimientos permiten el desarrollo de operaciones, tales como: observación, análisis, síntesis, descripción, comparación, clasificación, formulación de hipótesis, relación, seriación, representación. Son los que posibilitan la aplicación de estrategias, técnicas y recursos específicos del área, tales como trabajos de campo, trabajos prácticos de observación y experimentación, diálogo y debate, manejo de otras fuentes de información (consulta bibliográfica, recursos informáticos), trabajos con fichas o guías de estudio, uso de almácigos, terrarios, acuarios, herbarios, insectarios, modelos moleculares,

etc. El aprendizaje de estrategias, procedimientos y técnicas se vincula con el **saber hacer** no sólo con los objetos o sobre los objetos, sino con el saber hacer con la información, con las ideas.

- **La adquisición de actitudes generales relacionadas con el mundo y con el trabajo científico.** { [HYPERLINK \l "Actitudes"](#) }. El desarrollo de actitudes se vincula con el **saber ser**, el saber actuar y valorar, el saber con conciencia.

El proceso de alfabetización científica implica, en síntesis, integrar el *saber* con el *saber hacer* con sentido y significado; y, con el *saber ser* mejor persona, con el *saber valorar*. En otras palabras se trata de "*aprender las Ciencias Naturales con Ciencia y con conciencia*". Se trata de "*aprender a vivir y a convivir; de aprender a aprender y a emprender*"(van Gelderen,2001)

Aldo Penzias, Premio Nobel de Física en 1978, definió la idea de "*aprendiendo a aprender como una necesidad. El conocimiento hoy se convierte en obsoleto varias veces durante nuestra vida... El cuestionarse los supuestos propios se convierte en crucial*". Y nos propone, además: "*aprender a desaprender, es decir no sólo pensar cómo son las cosas, sino pensar en cómo pueden ser*". Nuestro Premio Nobel, el Dr. Milstein, plantea una idea análoga: "*debemos estar empeñados en enseñar a aprender*".

Por lo tanto, desde esta concepción o enfoque de la enseñanza de la ciencia, será necesario tener en cuenta que:

- a) El conocimiento no es una "mercancía" que puede ser traspasada y el aprendizaje no puede ser considerado simplemente como la adquisición y acumulación del conocimiento. El conocimiento debe concebirse como fuente para la solución de problemas, para la toma de decisiones razonables y racionales, para el pensamiento reflexivo y crítico.
- b) El conocimiento está relacionado con la naturaleza social del aprendizaje, con la noción de "aprendiendo a vivir juntos" (uno de los cuatro pilares según el reporte de la UNESCO de 1996)
- c) El aprendizaje debe enfocarse desde una visión sistémica y totalizadora, inter o multidisciplinaria para alcanzar una perspectiva transdisciplinaria y redescubrir así la unidad del conocimiento, evitando la fragmentación y parcialización del mismo.

Esta reconstrucción del conocimiento, encuentra sus fundamentos en una [HYPERLINK \l "Pensadores" }](#). La definición del aspecto antropológico fundamenta nuestro modelo pedagógico y desde ese modelo pedagógico optamos por un estilo de enseñanza, de aprendizaje, de relación educativa.

La ciencia no vale por sí misma (sin el entorno social y los valores éticos), pero el modo de proceder científico, organizado por los hombres, aporta un instrumento no despreciable cuando nos enseña a construir críticamente los conocimientos científicos, sociales, morales, etc... Por ello, un educador cristiano puede concordar, por ejemplo, con Jerome Bruner en que lo mejor que podemos enseñar de la ciencia es su forma de pensar, de razonar, de valorar, de criticar, sin compartir por ello los supuestos filosóficos inmanentistas presentes en el pensamiento de este psicólogo. "El cristiano tiene presente que las construcciones científicas son saberes acerca de lo correcto o incorrecto de las conclusiones, de las formas de pensar y actuar, pero la sabiduría implica, además, la asunción y puesta en práctica de los principios de la vida. Sabe que las formas de proceder sin los contenidos son vacías y que los contenidos sin formas de comprensión carecen de significados" (Darós, 2001).

Implicancias didácticas del enfoque

¿Qué implicancias tiene este modo de concebir la ciencia en la escuela a la hora de pensar el diseño de las propuestas de enseñanza?

I. Uno de los errores de la enseñanza tradicional ha sido la "exposición" de los conocimientos científicos por parte del profesor a sus alumnos, casi con exclusividad. Esta enseñanza enciclopédica, fragmentaria y dogmática poco contribuye a la elaboración y comprensión de los conceptos científicos; por el contrario, en muchos casos, proporciona una visión estática, deformada y parcializada de la construcción del conocimiento científico.

Ante este enfoque tradicional, se planteó como alternativa la aplicación del método científico, casi en forma mecánica, desde una concepción ingenua. Pero, el avance de la ciencia no se logra por la aplicación meramente mecánica del método científico; la ciencia avanza por la cantidad y la calidad de hipótesis sometidas a experimentación. Si nos limitamos a una metodología mecánica y

rígida, difícilmente podamos lograr que nuestros alumnos modifiquen sus ideas previas erróneas con respecto a los conceptos científicos.

Por otra parte, debemos señalar que para la comprensión de la ciencia y del trabajo que realizan los científicos se necesitan conceptos científicos adecuados que permitan elaborar hipótesis o mejores explicaciones sobre los hechos observados. Por lo tanto, si queremos que los alumnos puedan comprender gradualmente la ciencia, debemos facilitarles el acceso a los principales esquemas conceptuales de la ciencia, a la metodología de la ciencia en toda su complejidad y a las actitudes generales relacionadas con el mundo de la ciencia.

¿Cómo lograr un aprendizaje integrado de la ciencia? Habitualmente se plantean dos alternativas:

- Una alternativa podría ser *enfrentar a los alumnos con el "verdadero" trabajo de investigación científica* y no a una versión ingenua o simplificada. Se trata de hacer un planteo metodológico sobre la base de la *resolución de situaciones problemáticas significativas*, priorizando la formulación de hipótesis sobre la experimentación mecánica (Pozo, 1987).
- Otra alternativa sería, *exponer los núcleos conceptuales básicos de la ciencia* a nuestros alumnos, pero no de un modo pasivo, sino induciendo [{ HYPERLINK \I "Ausubel" }](#). Todo conocimiento expuesto al alumno –sea por el profesor o desde un texto de Ciencia– debería ser una respuesta a una pregunta previamente planteada.

Desde nuestro punto de vista, estas dos alternativas pueden considerarse como estrategias complementarias. La cuestión sería, en definitiva, diseñar situaciones didácticas que conjuguen la resolución de problemas con la elaboración de los conocimientos científicos por parte de los alumnos.

II. Consideramos importante, por otra parte, la utilización de ideas-eje en la estructuración de las secuencias de los contenidos de ciencias, según [{ HYPERLINK \I "Bruner" }](#). La importancia concedida por Bruner a la definición de algunas ideas-eje en torno a las que se articulen los contenidos del currículo, es coherente con la propuesta de Ausubel de organizar las secuencias a partir de los conceptos más generales e inclusivos. Los contenidos deberían presentarse a los alumnos en forma organizada en torno a grandes preguntas, que resulten comprensibles, estimulen su curiosidad y permitan desarrollar los conceptos fundamentales de la ciencia, ya que todo conocimiento es siempre una respuesta a una pregunta, sin cuya comprensión difícilmente pueda resultar significativo.

Es importante articular los contenidos de Ciencias en torno a preguntas claves y comprensibles para los alumnos, en un grado creciente de profundidad.

III. Para que la información que se presenta al alumno pueda ser comprendida es necesario que esté bien organizada y sea clara, respetando su significatividad lógica. Cuando el maestro presenta las ciencias como un conjunto de conceptos, leyes, teorías, etc., sin buscar relaciones entre ellos, cuando separa el marco conceptual de los procesos de construcción del conocimiento, cuando no contextualiza las experiencias e investigaciones en una estructura coherente y lógica, la visión que se presenta al alumno -sea cual sea el procedimiento didáctico que utilice- no se corresponde con la estructura y organización de la propia ciencia. Algunos comentarios de los alumnos nos pueden ayudar a repensar estas cuestiones.

- “Cuando estamos entusiasmados con un tema, el profesor lo cambia y pasa a otro tema que no tiene nada que ver”.
- “Al final, el profesor cambió de tema justo cuando estaba entendiendo las experiencias que hacíamos”.
- “A mí se me olvidan las cosas que estoy aprendiendo porque pasamos muy rápido de un tema a otro...Pasamos de la electricidad a los alimentos y yo quería seguir investigando la electricidad, porque me parece que estaba aprendiendo eso de los circuitos eléctricos y quería seguir haciendo experiencias”.

Parece lógico que presentemos o trabajemos una ciencia en la que los conocimientos no aparezcan atomizados, en la que los hechos, fenómenos, experiencias no surjan descontextualizados de un marco más amplio de conocimientos, en el que los modelos tengan una finalidad y unas limitaciones, en el que alumno vaya construyendo estructuras de conocimientos que le permitan un auténtico aprendizaje científico.

Esta reflexión lleva la exigencia previa de que el maestro realice un análisis de los contenidos, que va más allá de un simple “repasso”. Ya no sólo se trataría de establecer unos conceptos diferenciados sino que habría que presentar un marco más amplio donde aparezcan las relaciones entre ellos, se deberían buscar distintos niveles de profundización en dichas estructuras en función de la

complejidad que pretendamos; habría que plantear las conexiones con los fenómenos cotidianos, etc.

Cuestión 2: El avance científico y tecnológico, ¿es incompatible con el desarrollo de las competencias éticas?

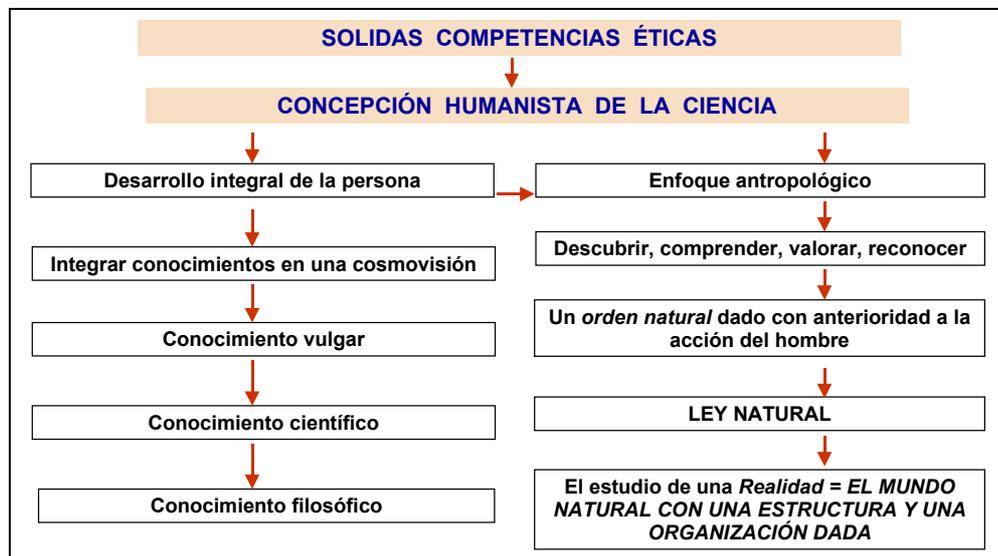
Nadie duda que nuestra civilización contemporánea depende, en gran medida, de los conocimientos científicos y tecnológicos. La comprensión de los alcances y procedimientos de la ciencia es una necesidad para que todos los ciudadanos puedan participar en forma efectiva, plena y democrática en nuestra sociedad y en el mundo actual. Sin embargo, queremos enfatizar que además de las competencias científicas y tecnológicas es necesario el desarrollo de **sólidas competencias éticas**, para utilizar en forma adecuada y correcta la información.

El problema de la ciencia y la tecnología no es su existencia o naturaleza, como creen aquellos que piensan que la influencia de la ciencia y sus aplicaciones es negativa y termina por perjudicarnos. Se trata en realidad de una cuestión ética: de cómo y para qué vamos a usar las competencias científicas y tecnológicas.

El Dr. Bernardo Houssay, nuestro Premio Nobel, nos plantea una definición de la investigación científica en relación con los valores y el problema moral, que sería interesante compartir con nuestros alumnos. Señala Houssay que "proscribir la ciencia por su mal empleo es como proscribir el fuego porque hay incendios...Lo que debemos decir, más bien, es que los adelantos de la ciencia han sido más rápidos que el progreso moral en las relaciones internacionales y en el orden social e interno de los pueblos... La investigación científica es una de las bases de la civilización actual. Ella ha mejorado el bienestar de los hombres, los ha liberado de la esclavitud, del trabajo pesado y ha hecho su vida más sana, más bella y más rica en espiritualidad... Es preciso que exista un adelanto moral suficiente para que los progresos científicos sean aplicados solamente para el bien. Menos espíritu de guerra y opresión por la brutalidad y más espíritu de idealismo y fraternidad humana. A ello se llegará por el respeto a la dignidad y la libertad del hombre y no reduciendo la humanidad a rebaños de seres temerosos y esclavizados".

Es por ello que, al caracterizar el enfoque para la enseñanza de las Ciencias Naturales, debemos señalar la necesidad de tener en cuenta una concepción

humanista, una concepción antropológica de la ciencia que posibilita integrar los conocimientos desde una cosmovisión cristiana, descubrir, comprender y valorar un orden natural dado con anterioridad a la acción del hombre (ley natural). Esto significa estudiar y reconocer una realidad: el mundo natural con una estructura y una organización dada. El enfoque educativo que planteamos supone una ciencia y una tecnología al servicio del hombre como ser trascendente.



Buscamos el desarrollo integral de la persona y no un desarrollo tecnocrático o meramente racionalista que tenga en cuenta sólo el aspecto intelectual. De este modo, tanto los contenidos como las estrategias cognitivas y las actitudes en el área de las ciencias naturales posibilitarán el desarrollo de todas las potencialidades de la persona, la integración del conocimiento en una cosmovisión cristiana, el paso del conocimiento vulgar al científico y, a través de una visión metafísica de la realidad, al conocimiento filosófico y teológico.

Los riesgos de despersonalización y masificación, propios de la sociedad contemporánea, hacen imprescindible que la escuela priorice su función formativa, contribuyendo a forjar personalidades responsables, con valores, capaces de hacer opciones justas y libres; en definitiva, con el adecuado dimensionamiento espiritual de la creatura humana. Una visión humanista de la ciencia que tiene relación con toda una escala de valores que se relacionan con la Trascendencia, con el perfeccionamiento de la propia persona, con el perfeccionamiento de la relación persona- persona, con el perfeccionamiento de la relación persona-objeto. De ahí la insistencia de la Iglesia en trabajar para "transmitir de modo sistemático y crítico la cultura a la luz de la fe y educar el

dinamismo de las virtudes humanas, promoviendo así la síntesis entre cultura y vida, fe y vida”.

Cuestión 3: ¿Cómo favorecer un aprendizaje de la ciencia con sentido y significado?

Nos hemos referido en el primer punto a la significatividad lógica de los contenidos de la enseñanza, provista por la estructura disciplinar de las ciencias. Focalizaremos ahora la mirada en el alumno y en el proceso de construcción de significado (significatividad psicológica), proceso que es el resultado de una compleja serie de interacciones, del contexto en que vive y se desarrolla, del intercambio con los pares, con sus profesores, los adultos, los libros, las computadoras, los contenidos, etc..

En esta oportunidad, haremos referencia a algunas cuestiones que, a partir de los aportes de la psicología, han planteado en los últimos años una revisión de la agenda de la didáctica. Nos referimos a los estudios acerca de la comprensión, las ideas y representaciones de los alumnos, la motivación y la metacognición.

Una pedagogía para la comprensión

Tal como señala Perkins, en su libro *“La escuela inteligente”*, las propuestas clásicas de enseñanza han conducido muchas veces a la generación de **conocimiento sin comprensión**, a un *conocimiento frágil*, a un *pensamiento pobre*.

Un conocimiento frágil, al decir de este autor, es un conocimiento:

- ❑ *inerte* (que no se aplica),
- ❑ *olvidado* (que no se recupera),
- ❑ *ingenuo* (de captación superficial, que los alumnos son incapaces de explicar o interpretar),
- ❑ *ritual* (sin reflexión, en el que se resuelven situaciones en forma mecánica)

El conocimiento frágil, sin comprensión nos lleva a un *pensamiento pobre*, como consecuencia de una “enseñanza centrada en la búsqueda trivial de información”.

Veamos dos ejemplos de conocimiento frágil y pensamiento pobre:

Ejemplo 1. Los alumnos aprenden en clase de Lengua a resumir un texto: usan el diccionario, extraen las ideas principales, aplican la técnica del subrayado y construyen el resumen. Sin embargo, cuando en la clase de Ciencias Naturales se les propone resumir un artículo científico, no logran transferir esas competencias para la resolución de la tarea. Cuando les aclaramos que ese procedimiento sobre comprensión de lo leído ha sido aprendido en otra asignatura, los alumnos responden: “¡Pero eso es en Lengua!”.

Ejemplo 2. Los alumnos son capaces de reproducir y aplicar mecánicamente la fórmula correspondiente a la ley de Ohm para resolver un problema, pero son incapaces de interpretar y explicar cómo surge la fórmula. Se aprende la técnica para resolver el problema en forma ritual, en lugar de adquirir realmente la competencia para la solución.

¿Qué significa entonces “comprender”? Desde nuestra perspectiva, *comprender* implica ser capaz de “hacer cosas” con el conocimiento en situaciones problemáticas nuevas. La comprensión, está vinculada con la *resolución de problemas*. Cabe preguntarnos si las situaciones que les planteamos a los alumnos bajo la forma de problemas lo son en verdad y qué tipo de comprensión generan.

Resolver un problema no consiste en seleccionar y aplicar mecánicamente una fórmula memorizada; en todo caso, esto será la resolución de un ejercicio, pero no de un problema. Un problema es una situación que una persona o un grupo de personas necesitan resolver, para lo cual no dispone de un camino rápido, automático, único y directo de resolución. Para que una situación pueda definirse como problema es necesario que sea percibida como tal por los involucrados; no se disponga de procedimientos automáticos para resolverlos; y, requiera de un proceso de reflexión y toma de decisiones sobre las secuencias de pasos a seguir. “Entendemos por resolución de problemas toda actividad mediante la cual una situación incierta es clarificada, en un contexto conceptual-cultural, y para ello se hace necesaria la aplicación de determinados conocimientos y procedimientos por parte del solucionador” (Mazzitelli de Peralta, C. y Aparicio de Santander, M., 2000).

Esta caracterización es la que permite diferenciar un problema de los problemas estereotipados que muchas veces planteamos a nuestros alumnos. Estereotipos que obstaculizan la comprensión ya que adquieren un formato y un estilo muy poco significativo para el alumno, tanto en el contenido como en las competencias requeridas para su resolución.

Frente a las cuestiones planteadas nos parece oportuno realizar algunas recomendaciones en torno a la intervención docente:

- Presente la información en forma organizada, precisa y clara a través de diferentes estrategias que permitan la construcción adecuada del significado.
- Seleccione temas generadores, es decir que sean relevantes, centrales, accesibles y adecuados para generar actividades de comprensión y promover múltiples posibilidades de vinculaciones y extrapolaciones.
- Ofrezca a sus alumnos oportunidades para aprender y una motivación para hacerlo. Procurar que el alumno quiera aprender requiere tanto del esfuerzo por hacer los contenidos interesantes como procurar un clima escolar donde tenga sentido aprender.
- Propicie prácticas reflexivas, profundizando y complejizando la tarea, según los ritmos de cada alumno.
- Promueva actividades de comprensión que permitan operar con el conocimiento. Algunos ejemplos de actividades de comprensión centradas, por ejemplo, en la enseñanza de las leyes de la reflexión de la luz son:
 - La **ejemplificación** de las leyes de reflexión de la luz (reflexión en dos espejos en ángulo; reflexión en dos espejos paralelos).
 - La **explicación** por parte del profesor de las leyes de reflexión de la luz.
 - La **aplicación** de las leyes de reflexión de la luz en situaciones diferentes (periscopio y caleidoscopio).
 - La **justificación** de las leyes de reflexión de la luz realizando otros experimentos para corroborarla.
 - La **comparación** de las leyes de reflexión de la luz con las leyes de refracción de la luz.
 - La **generalización**: ¿Qué principios generales se desprenden de la ley? ¿Qué otras situaciones explica?

Estas recomendaciones están impregnadas de una fuerte intencionalidad y requieren prácticas pedagógicas donde se planteen variedad de actividades para alcanzar niveles superiores de comprensión, variedad de vías de acceso para un uso activo del conocimiento. Por lo tanto, el desafío consiste en generar propuestas didácticas que:

- a) Vinculen diferentes fuentes o vías de acceso al conocimiento y conviertan al aula en un centro de recursos para el aprendizaje

- b) Faciliten la recuperación de la comprensión intuitiva (natural, producto de la resolución de problemas cotidianos) llevándola hacia una comprensión genuina (capacidad para aplicar los conocimientos a situaciones nuevas, eliminando los efectos de un conocimiento frágil).

La importancia de trabajar en el aula con las ideas previas de los alumnos

Sin duda, las teorías del aprendizaje han aportado sugerencias valiosísimas a la hora de pensar las prácticas de enseñanza. Una de las cuestiones que más se han trabajado en los últimos años, desde la perspectiva de la psicología es la de las ideas previas de los alumnos y su impacto en la construcción del conocimiento. Establecer una relación entre los saberes o experiencias previas y los saberes nuevos, es absolutamente necesaria para otorgarle significado al aprendizaje. Esto muestra un indicador sumamente valioso para contrarrestar todo lo que implica un aprendizaje acumulativo o un simple aprendizaje por asociación de categorías o un aprendizaje librado a la pura espontaneidad (Ronchino,1997).

Numerosas investigaciones se han realizado sobre las ideas previas o espontáneas que los alumnos llevan a las clases de ciencias y de las cuales se valen para explicar "a su modo" algunos fenómenos cotidianos. "Llega a afirmarse que el origen de la estructura conceptual intuitiva es atribuible a formas de pensamiento propio que los niños desarrollan para interpretar la realidad cercana" (Pozo, 1996). Las ideas previas de los alumnos sobre un determinado contenido conceptual son, entonces, importantes, aunque a veces sean erróneas desde el punto de vista científico. Estas ideas están sustentadas en experiencias personales cotidianas y, por lo tanto, tienen un lugar relevante en la producción del conocimiento. El profesor, a través del diálogo, tratará de conocer las ideas previas de sus alumnos sobre los núcleos conceptuales básicos y, a partir de ese conocimiento, facilitar el cambio.

Las concepciones alternativas o ideas previas o espontáneas de los alumnos no deberían considerarse obstáculos para el aprendizaje de las ciencias, sino un vehículo para el mismo. No se trata de suprimirlas sino, a partir de ellas, desarrollar nuevas concepciones más próximas a las científicas. Ambas pueden coexistir y ser funcionales en contextos diferentes.

El desarrollo de habilidades metacognitivas

El concepto de **metacognición** refiere a una conciencia cognitiva sobre parte de los procesos y productos que elaboramos, el control y la regulación de nuestras acciones mentales en el tiempo. Para la Lic. Ana María Amarante (2000) "lo esencial en el *enseñar a aprender* es conseguir que el alumno desarrolle habilidades metacognitivas, esto es aprender a darse cuenta de lo que está haciendo y ser capaz de someter los propios procesos operatorios del pensamiento a un examen consciente y así poderlos controlar y dirigir. La metacognición sería como la conciencia del estudiante, adquirida a través del desarrollo de estrategias de aprendizaje. Estos procesos mentales, incluyen logros y dificultades del aprendizaje".

La cuestión de la motivación

Este aspecto del aprendizaje se refiere a las variables que influyen para que el alumno esté dispuesto (disposición y actitud positiva) a realizar el esfuerzo necesario para aprender de manera significativa. Como señala Pozo: "sin intereses, atribuciones y expectativas que permitan querer aprender y querer pensar para hacerlo, el resto resulta impracticable". La motivación implica considerar cuestiones emocionales del alumno respecto del profesor, sus expectativas frente al contenido, sus hábitos de trabajo y estudio. Esto nos lleva a que tengamos en cuenta como profesores, que la enseñanza dirigida a un grupo de alumnos dará lugar a interpretaciones muy diferentes y a la construcción de significados muy distintos en profundidad y amplitud en cada uno de los alumnos.

Tanto desde el punto de vista intelectual como socio-emocional, el verdadero aprendizaje se logra cuando se ofrecen oportunidades razonables para aprender a través de fuertes motivaciones (intrínsecas y extrínsecas), cuando se tienen en cuenta los intereses de quien aprende, cuando se respeta el propio proceso de construcción del conocimiento, cuando se goza con el conocer, el poder pensar, el poder reflexionar, el poder crear y solucionar problemas, el poder establecer un conjunto de relaciones entre los conocimientos nuevos y los que ya se poseen. No hay auténtico aprendizaje sin interés y sin un marco de amor, alegría y libertad que promueva la participación, la curiosidad y la creatividad.

Cuestión 4: ¿Cómo poner al alcance de los alumnos algunos procedimientos relacionados con la investigación científica?

El profesor Juan M. Biedma y la licenciada Gabriela Azar, en su libro "*Los contenidos procedimentales y las técnicas de estudio en la EGB*", citan la definición de César Cols sobre procedimiento: "conjunto de acciones ordenadas,

orientadas a la consecución de una meta”. Con criterios que compartimos, Biedma y Azar explican la definición de Cols de la siguiente manera: “las acciones son actividades efectuadas por los alumnos. Esas acciones son **ordenadas**, pues se componen de pasos para su correcta ejecución.- Están **orientadas**, pues se dirigen al logro de una meta. La meta es un saber hacer. Siguiendo su secuencia lógica, los procedimientos -como ejes del trabajo en el aula- se efectivizan en la práctica escolar, se hacen operativos a través de la aplicación sistemática y gradual de técnicas de estudio individuales y grupales, orales y escritas, que se constituyen en los pasos operativos de todo procedimiento. La **actividad** es la respuesta generada como resultado de la aplicación de la técnica”.

En nuestro análisis de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, queremos destacar algunos procedimientos vinculados con la investigación científica que pueden ser favorecidos en el trabajo escolar:

- **El diseño de investigaciones escolares**
- **La formulación de preguntas y de explicaciones provisorias**
- **La selección, recolección y organización de la información**
- **La interpretación de la información**
- **La comunicación de los resultados**



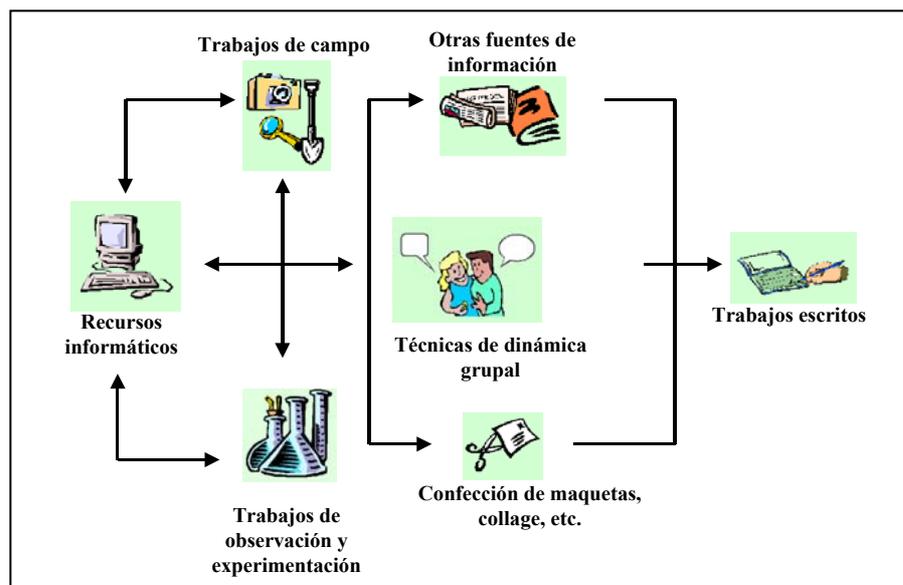
a) El **diseño de investigaciones escolares** supone la planificación y el desarrollo *integral de investigaciones exploratorias y experimentales*. Consideramos el diseño de investigaciones escolares como una de las estrategias básicas para la resolución de situaciones problemáticas en el área de las Ciencias

Naturales, que posibilita el desarrollo de ciertas operaciones del pensamiento y una mejor comprensión del proceso y del producto de la Ciencia.

Podemos decir que el diseño de investigaciones escolares se vincula con:

- *La observación y la experimentación.*
- *La formulación de hipótesis, de preguntas y explicaciones provisionarias.*
- *La medición y el control de variables.*
- *La selección, recolección y organización de la información* obtenida a partir de la observación, la experimentación, del manejo de diversas fuentes de información bibliográfica, videos, software, la comprensión de textos sobre investigaciones históricas.
- *El registro y la representación de datos* en tablas, planillas, gráficas, esquemas, mapas y redes conceptuales, cuadros comparativos, etc..
- *La interpretación de la información* y el análisis de los datos para elaborar conclusiones.
- *La comunicación* a través de la redacción de informes, exposiciones orales, traducción de los datos registrados en tablas, planillas y gráficas al lenguaje informativo, el enriquecimiento del vocabulario del alumno con la incorporación de términos específicos del área de las Ciencias Naturales.

En la figura siguiente presentamos un diagrama con posibles **interacciones** (como distintas vías de acceso al conocimiento) para el diseño de investigaciones escolares en Ciencias Naturales.



Las relaciones establecidas son multidireccionales. Así por ejemplo, la realización de un trabajo de campo puede posibilitar la ejecución posterior de trabajos prácticos de observación y experimentación en el aula o el laboratorio, la consulta

bibliográfica, el diálogo y la reflexión grupal, ejercicios interactivos en la computadora, la confección de maquetas, la redacción de un informe.

Con respecto al empleo del recurso informático, todos sabemos de su poder para acceder a la información, al conocimiento. Sin embargo, queremos señalar que de nada sirve formar niños y jóvenes capaces de navegar por Internet, si no son capaces de interpretar consignas, de comprender un texto informativo, de seleccionar y reorganizar la información que allí obtienen en un resumen, en un cuadro comparativo o en general, elaborar un trabajo de síntesis. [{ HYPERLINK \\ "Trabajos de campo" }](#).

Con respecto a la **formulación de preguntas y de explicaciones provisionarias**, como otro de los procedimientos relacionados con la investigación escolar del mundo natural, debemos señalar que se vincula con el planteo de preguntas y situaciones problemáticas para poder someterlas a prueba y con la formulación de anticipaciones que orientan los trabajos de investigación por parte de los alumnos.

El **planteo de una situación problemática** se constituye en un procedimiento de importancia para el desarrollo del pensamiento y para la motivación de los alumnos en el proceso de enseñanza y de aprendizaje, que el docente podrá orientar mediante preguntas, el análisis de observaciones espontáneas o cotidianas, narraciones, trabajos de campo, etc. A través de estas actividades y apoyándose en los conocimientos que los alumnos poseen, el docente procurará que surjan interrogantes con sentido y significado. La pregunta se constituye en problema cuando su formulación implica el modo de ponerla a prueba. La discusión en común del problema, las interpretaciones y sus posibles soluciones permitirán el desarrollo de una actitud reflexiva y de respeto por las distintas opiniones.

Podemos decir que las **explicaciones o anticipaciones provisionarias** de observaciones o relaciones que realizan los alumnos sobre los procesos que investigan, constituyen tentativas de explicación o interpretaciones probables, que lo van aproximando a la solución del problema. Estas anticipaciones pueden lograrse a través del diálogo, el intercambio de ideas y el debate, de importancia para el desarrollo del pensamiento divergente.

c) La **selección, recolección y organización de la información** implica el uso de sencillas guías de observación (aportadas por el docente o bien, elaboradas por el alumno con la ayuda del docente), la utilización de instrumentos de medición, la identificación y estimación de errores en las mediciones, la recuperación de información en textos y videos, la lectura y análisis de investigaciones históricas, la utilización de software educativo y la aplicación de técnicas de registro de datos (tablas, planillas, gráficas, diagramas, mapas conceptuales, etc.).

La *observación* es uno de los procedimientos para la recolección de información, para la selección de lo relevante en el marco del problema a investigar. Se trata de una actividad perceptiva, que supone el ejercicio atento y voluntario de los sentidos, que permite examinar sistemáticamente un hecho o fenómeno. La orientación mediante preguntas (orales y escritas) servirá para que la atención del alumno se concentre en la observación de aquellos datos de la realidad que son relevantes para la resolución del problema. La observación incluye actividades de comparación, descripción, análisis y puede ser punto de partida para la formulación de anticipaciones y explicaciones provisorias. La observación sistemática posibilita el desarrollo de una actitud reflexiva y crítica.

En la experimentación se "genera" una realidad, se "recrea artificialmente" una situación que permite recoger datos relacionados con el problema a resolver. Se trata de la demostración, comprobación o verificación de la hipótesis propuesta. Conviene tener presente, que la verificación experimental no siempre demuestra en forma absoluta o definitiva una hipótesis. A lo largo del tiempo, nuevas experimentaciones pueden invalidarla y llevar a la formulación de nuevas hipótesis.

El docente tendrá en cuenta, además de lo expuesto, ciertas características de la experimentación, tales como:

- Determinar los factores que pueden intervenir en el fenómeno y provocar la variación de un solo factor por vez, para establecer la relación entre causa posible y el efecto obtenido.
- A los factores que intervienen en un fenómeno los llamamos "variables".
- Al control que de ellos se hace lo llamamos "control de variable": se trata de mantener iguales todos los factores que intervienen en el fenómeno, excepto la variable en estudio.

- Es importante, tener en cuenta que en la naturaleza, los fenómenos son procesos complejos en los que interviene un gran número de factores que varían simultáneamente y que es difícil poder controlar. Por lo tanto, la repetición de la experimentación variando un factor por vez, resuelve en cierta medida esas dificultades.
- Otra condición a tener en cuenta es el uso de testigos, controles o contrapruebas para el control de variables.

d) La **interpretación de la información**, resultante de los trabajos de campo, de los trabajos prácticos de observación y de experimentación realizados en el aula o en el laboratorio, implica establecer relaciones entre los datos obtenidos, registrados y representados y la elaboración de conclusiones. Es decir, la interpretación de la información se vincula, por un lado con las investigaciones exploratorias y experimentales que los alumnos desarrollan y, por el otro, con las diversas técnicas de registro y representación de datos y el enunciado de conclusiones. Este procedimiento es básico para la producción del conocimiento científico.

e) Como en el caso de la interpretación de información, la **comunicación** atraviesa todo el proceso de producción del conocimiento científico. Con esto queremos señalar que al hablar de este procedimiento, no nos limitaremos a la simple comunicación de resultados, sino al intercambio de datos y opiniones, para lo cual es importante el trabajo grupal, el diálogo y la discusión en común.

El proceso de comunicación implica el uso comprensivo del *vocabulario específico* de las Ciencias Naturales en las producciones orales y escritas que realizan los alumnos. La comunicación supone la aplicación de técnicas de *producción orales, escritas y de graficación*, tales como:

- *Comunicaciones orales*: exposición oral de un tema, registro oral de las investigaciones exploratorias y experimentales realizadas.
- *Comunicaciones escritas*: redacción de informes, paneles y murales, traducción del lenguaje gráfico al lenguaje informativo, análisis y resumen de experimentos históricos, cuadros comparativos, etc.
- *Graficación*: registro de datos en tablas, planillas, gráficas, mapas y redes conceptuales, diagramas.

BIBLIOGRAFÍA

Ausubel, D.P.; Novak, J.D. y Hanesian, H. – *Educational Psychology A Cognitive view*. 2º ed: N. York. Holt, Rinehart & Winston, 1983. Trad. Cast. De la 2º Ed. De Sandoval, M: *Psicología Educativa* México, Trillas.

Axt, R. *Conceitos intuitivos em questoes objetivas aplicadas no concurso vestibular unificado de Universidad Federal do Rio Grande do Sul*. Ciencia y Cultura. Vol 38. Nº 3 pp 444-452, 1986.

Baquero, R. *Vigotsky y el aprendizaje escolar*. Aique. Psicología educativa y Educación. Buenos Aires, Aique, 1996.

Beltrán Llera, J.A. *Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje*. Madrid, Síntesis, 1998.

Biedma, J.M y Azar, G. *Los contenidos procedimentales y las técnicas de estudio en la EGB*. Buenos Aires, Escuela Argentina Modelo, 1998.

Bruner, J. *Realidad mental y mundos posibles. Los actos de la imaginación que dan sentido a la experiencia*. Gedisa: Barcelona, Gedisa, 1998.

Coll, C. *Significado y sentido en el aprendizaje escolar. Reflexiones en torno al concepto de aprendizaje significativo*. Madrid, Infancia y Aprendizaje, Nº 41, 13-142, 1988.

Coll, C. *Un marco de referencia psicológico para la educación escolar: la concepción constructivista del aprendizaje y la enseñanza.- Desarrollo psicológico y educación, II*. Madrid, Alianza, 1990.

Darós, W.R. *Problemática en torno al constructivismo*. Buenos Aires, CONSUDEC Nº 897/898, 2001.

Del Carmen, L. *La enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona, ICE-Universidad de Barcelona, Horsori, 1997.

Del Carmen, L. *El análisis y secuenciación de los contenidos educativos*. Barcelona, Cuadernos de Educación 21, Horsori, 1996.

Gardner, H. *Estructuras de la mente. La teoría de las inteligencias múltiples*. México, Fondo de Cultura Económica, 1995.

Mazzitelli de Peralta, C.A. y Aparicio de Santander, M.T. *Aportes de la V Epistemológica de Gowin como estrategia de resolución de problemas*. Universidad Nacional de San Juan. Instituto de Investigación en Educación de las Ciencias Experimentales; y, CONICET, Universidad Nacional de Cuyo. Instituto de Investigaciones en Educación, 2000.

Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Consejo Federal de Cultura y Educación. *Contenidos Básicos Comunes para el nivel de Educación General Básica*. Buenos Aires, Autor, 1995.

Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Secretaría de Evaluación y Programación Educativa. Dirección Nacional de Formación, Perfeccionamiento y Actualización Docente. *Enseñar a pensar en la escuela*. Buenos Aires, 1998.

Novak, J.D. *Teoría y práctica de la educación*. Madrid, Alianza, 1982.

Pozo, J.I. y Carretero, M. *Desarrollo cognitivo y aprendizaje escolar (durante la adolescencia)* Barcelona, Cuadernos de Pedagogía, 133, pp 15-19, 1986.

Pozo, J.I. y Carretero, M. *Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas: ¿Qué cambia en la enseñanza de la ciencia?* Barcelona, Infancia y aprendizaje, 38, 1987.

Pozo, J.I. *El adolescente como científico.* Barcelona, Fontalba, Cuadernos de Pedagogía N° 151, pp 74-78, 1987.

Pozo, J.I. *Aprendizaje de la Ciencia y pensamiento causal.* Madrid, Visor, 1987.

Pozo, J. y Monereo, C. *El aprendizaje estratégico.* Madrid, Aula XXI, 1995

Pozo, J.I. *Psicología de la comprensión y el aprendizaje de las Ciencias.* Ministerio de Educación y Ciencia, España, 1996.

Ronchino, M. *Planteo epistemológico y didáctico del constructivismo moderado.* Buenos Aires, Consejo de Educación Católica de la Arquidiócesis de Buenos Aires, C.E.C., V, N°25, pp 7-16, 1997.

Ronchino, M. *Planteo epistemológico y didáctico del constructivismo moderado.* Buenos Aires. Consejo de Educación Católica de la Arquidiócesis de Buenos Aires, C.E.C., V, N° 25, pp 7-16, 1997.

Amarante, A.M. *Gestión Directiva.* Buenos Aires, Magisterio Río de la Plata, 2000.

Van Gelderen, A. M. *El proceso de transformación educativa en la Argentina.* Mendoza, Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Filosofía y Letras. Carrera de Ciencias de la Educación. 2001.

Van Gelderen, A.M. *Estado de la transformación educativa en la Argentina.* Buenos Aires, CONSUDEC N° 908, 2001.

Vigotsky, L. *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores.* México, Crítica Grijalbo, 1988.

Ejemplos de actitudes que podemos favorecer en las clases de Ciencias Naturales son:

- el ser reflexivo: a través de la observación y experimentación sistemáticas, del análisis e interpretación de los datos obtenidos; y, ante los mensajes de los medios de comunicación con relación a la divulgación científica.
- el ser crítico: a través de la exigencia de la prueba en las aseveraciones, mediante el uso de controles o testigos en los trabajos prácticos de observación y experimentación.
- el ser solidario y cooperativo: por el trabajo grupal y el intercambio de la información.
- el ser creativo: por el trabajo con criterio personal.
- el ser perseverante: por el esmero y la dedicación para resolver las diversas actividades.
- el ser humilde: al enunciar las conclusiones, evitando las afirmaciones categóricas, dado que dichas expresiones no constituyen una verdad absoluta y definitiva, a pesar de haber sido sometidas a pruebas reiteradas.
- el respeto por la vida, el cuidado de la salud y el mejoramiento del ambiente: a través de una visión comprensiva y unitaria del universo, que nos habla de un Dios Providente y Creador.
- la curiosidad, la búsqueda constante, el gusto por conocer y encontrar respuestas a las distintas situaciones problemáticas planteadas en la investigación.
- el respeto por las pruebas y la honestidad intelectual durante el proceso de investigación, al registrar y comunicar los datos y al enunciar las conclusiones.
- la amplitud de pensamiento (pensamiento divergente) y el respeto a las distintas opiniones: a través de la formulación de hipótesis o explicaciones provisorias, del diálogo, la discusión en común, el intercambio de ideas y el debate sobre las posibles alternativas de solución al problema.
- el respeto por las convenciones que permiten la comunicación: a través de la utilización de un vocabulario preciso y adecuado, la claridad y la pertinencia en la presentación de las producciones

Podemos, a su vez, reagrupar las actitudes de acuerdo a las siguientes dimensiones:

- En el grupo que corresponde al **desarrollo personal** se incluyen: la actitud reflexiva y crítica, la curiosidad, la perseverancia, el respeto por las pruebas y la honestidad en la presentación de los resultados, el respeto a distintas opiniones, el respeto por los seres vivos, el cuidado de la salud y el mejoramiento del ambiente.
- Para el **desarrollo socio-comunitario** se mencionan las actitudes cooperativas y solidarias, la valoración de la vida, la salud y el ambiente, la valoración de la investigación que realizan los científicos como contribución para el desarrollo de toda la comunidad y el bien común.
- Al desarrollo del **conocimiento científico-tecnológico** corresponden las actitudes que se relacionan con el pensamiento divergente: amplitud de criterio, interés por el razonamiento lógico, reflexión crítica, curiosidad, gusto por encontrar respuestas a problemas que impliquen un desafío, la valoración de las posibilidades y limitaciones del conocimiento científico (humildad).
- Finalmente, con respecto al **desarrollo de la comunicación y la expresión**, creemos conveniente destacar las actitudes valorativas con relación al uso de un vocabulario adecuado y preciso que permita la comunicación clara, coherente y razonada de los procesos investigados

[_{ HYPERLINK \l "volver_actitudes" }_](#)

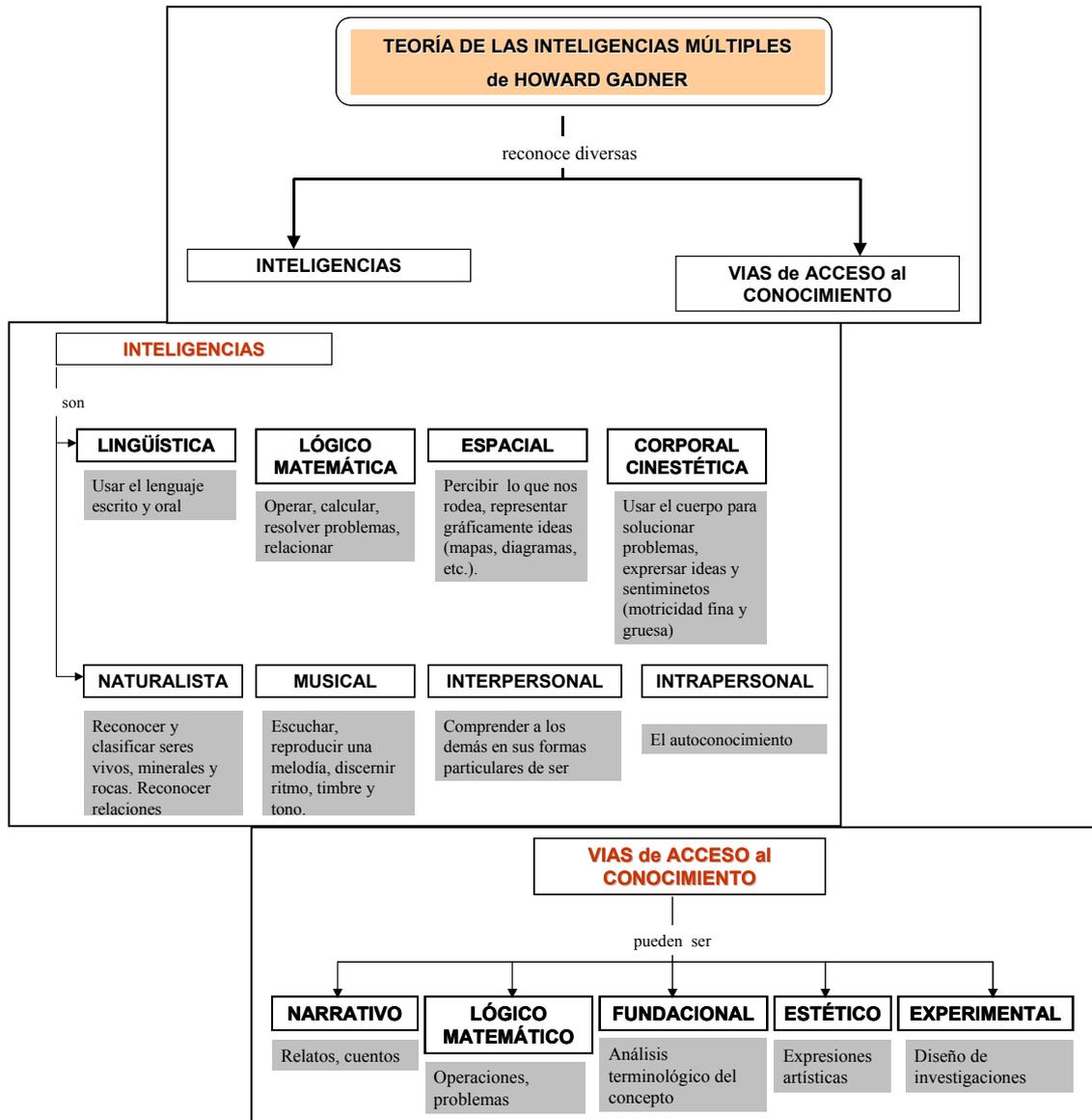
Tanto San Agustín como Santo Tomás de Aquino nos hacen ver que el hombre, con sus potencias espirituales (la inteligencia y la voluntad) es capaz de inventar, construir el conocimiento en libertad y con responsabilidad. San Agustín y Santo Tomás de Aquino construyeron y sistematizaron gran parte del saber cristiano medieval a través de problemas o preguntas cuestionadoras, de la indagación y la investigación. (Darós, 2001)

San Agustín afirma (*De Magistro*, C.14, n° 45): “¿Quién hay tan neciamente curioso que envíe a su hijo a la escuela para que aprenda lo que piensa el maestro? Una vez que los maestros han explicado las disciplinas que enseñan, las leyes de la virtud y de la sabiduría, entonces los discípulos consideran consigo mismo si han dicho cosas verdaderas, examinando según sus fuerzas aquella verdad interior que instruye. Entonces es cuando aprenden: cuando han hallado interiormente la verdad que les han dicho...”

Santo Tomás de Aquino afirma (S. Th. I, 1, 85, 5): “el intelecto humano no capta inmediatamente, en la primera aprehensión el perfecto conocimiento de la cosa...” se requiere para ello razonar, a fin de captar las propiedades, las circunstancias, considerar los pro y los contra, ser crítico. “ El hombre es imagen de Dios también por su inteligencia, por su capacidad de inventar, de generar ideas nuevas; pero en la medida en que es libre creador, es también responsable de ellas.

[_{"volver_Pensadores"}_](#)

Sobre esta cuestión sugerimos profundizar sobre la teoría de las inteligencias múltiples de Howard Gardner, teoría que reconoce que las personas poseen diferentes fortalezas cognitivas o formas de pensar que dan origen a una amplia gama de actividades humanas inteligentes. Desde esta perspectiva, Gardner propone que para garantizar la comprensión de conceptos la escuela debería ofrecer diversos modos de acercamiento al conocimiento. En su planteo reconoce las siguientes inteligencias: lingüística, lógico-matemática, espacial, corporal cinestética, naturalista, musical, interpersonal e intrapersonal. A estas dos últimas, Daniel Goleman las llama “inteligencia emocional”. Las inteligencias funcionan en forma compleja: ninguna inteligencia existe por sí misma, siempre están interactuando. Las vías de acceso al conocimiento pueden ser: narrativo, lógico-matemático, fundacional, estético, experimental.



[_ {HYPERLINK \l "volver_Trabajosd_de_campo"} _](#)

Siguiendo la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel podemos abordar el problema de la organización y secuenciación de los contenidos de Ciencia, centrándonos en los componentes de tipo conceptual y admitiendo la importancia de la maduración cognitiva de los alumnos en la adquisición de los nuevos conocimientos científicos, determinada por las *estructuras conceptuales previas*.

El aprendizaje significativo se produce por la interacción entre los conocimientos previos y la nueva información, cuando se establecen relaciones sustanciales entre las ideas previas y los nuevos contenidos. Estos aprendizajes al quedar integrados en la estructura cognitiva del alumno permanecen más tiempo en la memoria (memoria comprensiva) y pueden aplicarse a largo plazo.

La propuesta de abordar la secuenciación de los contenidos estableciendo jerarquías conceptuales tiene en cuenta simultáneamente la estructura interna de los contenidos y los procesos psicológicos de los alumnos (Coll, 1987). Por lo tanto, el objetivo básico del proceso de alfabetización científica en el nivel escolar, debe orientarse en el sentido de proporcionar el mayor grado de aprendizajes significativos posible.

Las estrategias que tendremos en cuenta son *el uso de organizadores previos y los principios de diferenciación progresiva y de reconciliación integradora* (Ausubel, Novak, Hanesian, 1983).

Los *organizadores previos* como contenidos introductorios, más inclusivos que los contenidos científicos a enseñar, están representados por los principales esquemas conceptuales unificadores de la ciencia, de gran generalidad, susceptibles de relacionarse con otros. La principal función del organizador es tender un puente entre lo que el alumno ya sabe y lo que necesita saber.

Es conveniente presentar en las secuencias de enseñanza de las ciencias, primero los conceptos más generales e inclusivos, utilizando cuando sea necesario organizadores que favorezcan las relaciones con los conocimientos previos de los alumnos. El sentido de la secuencia avanzará desde los aspectos más generales y concretos hacia los más particulares y abstractos.

Seguiremos el *principio de diferenciación progresiva* para presentar primero los conceptos científicos más generales e inclusivos y luego los de mayor detalle y especificidad, utilizando los mapas conceptuales (Novak, 1982) como instrumentos para representar estructuras cognitivas jerárquicas.

El *principio de reconciliación integradora* a través del cual se establecen nuevas relaciones entre conceptos, se plantea a partir de disonancias cognitivas. El concepto de disonancia cognitiva presenta estrecha relación con el conflicto cognitivo de Piaget. Para lograr la reconciliación integradora puede organizarse la enseñanza de las Ciencias de manera que se ascienda y descienda a través de las jerarquías conceptuales, a medida que se presenta nueva información; y, al mismo tiempo, establecer las relaciones entre contenidos científicos del mismo nivel.

Es necesario plantear el desarrollo de secuencias mediante procesos de diferenciación progresiva que puedan combinarse con procesos de reconciliación integradora.

Siguiendo a Ausubel, podemos decir que es posible ayudar a los alumnos a aproximarse al conocimiento científico si tenemos en cuenta la estructura lógica del conocimiento (significatividad lógica) y la estructura psicológica (significatividad psicológica).

- La *estructura lógica del conocimiento* hace referencia a las relaciones sustanciales de los contenidos, a su lógica y a las conexiones temáticas.
- La *estructura psicológica* se basa en la idiosincrasia del alumno que aprende y depende de sus representaciones anteriores, de los significados propios, de las ideas previas, de la diferenciación progresiva de estructuras jerárquicas y de un grado de madurez cognitiva variable.

La lógica disciplinar ha sido un criterio utilizado, con frecuencia de manera exclusiva, para organizar las secuencias de contenidos, especialmente en el nivel secundario. Esto se ha reflejado en una sobrevaloración de los contenidos y de su lógica propia en los programas, manifestándose en muchas ocasiones una transposición mecánica de los programas universitarios.

Podemos planificar las secuencias de enseñanza según la condición de significatividad lógica pero no la de significatividad psicológica, que es específica de cada alumno y se genera en el propio proceso de enseñanza y aprendizaje, en los procesos interactivos del aula.

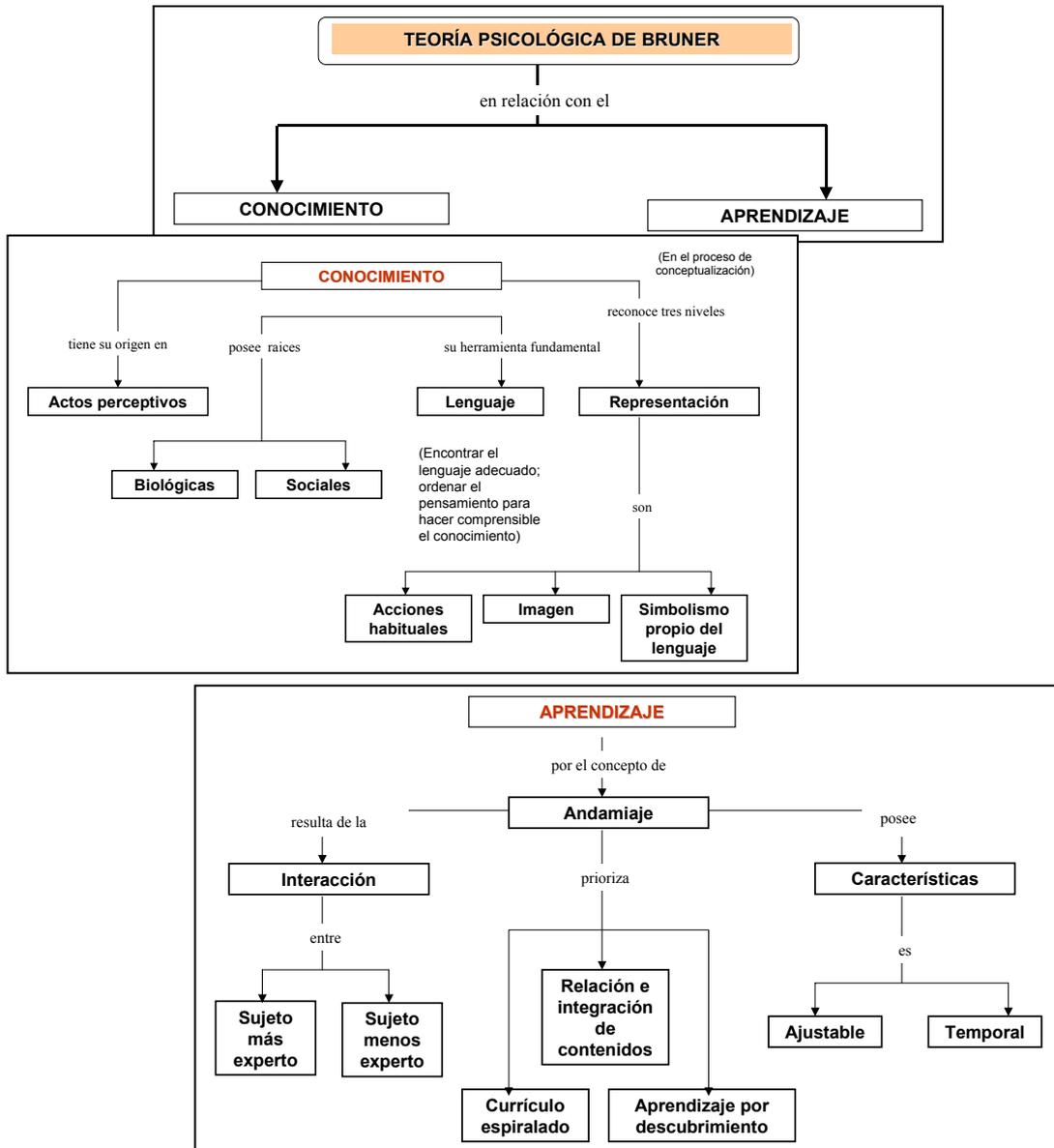
Para la selección y jerarquización de los contenidos, junto a la fuente disciplinar deberían utilizarse criterios que provengan de otras fuentes: psicológicas, sociológicas, didácticas.

Pozo (1989) cuestiona la preponderancia dada por Ausubel al aprendizaje inclusivo pues señala que “se ha comprobado que los primeros conceptos que se adquieren no son ni los más generales ni los más específicos y que en la historia de la Ciencia muchos de los nuevos conceptos surgen por integración de otros más simples y no por procesos de diferenciación”. Pozo considera que “el aprendizaje de los conceptos científicos procede en muchos casos de lo específico a lo general”.

García Madruga (1990) manifiesta que “la elaboración de organizadores previos plantea algunas dificultades derivadas de que su correcta elaboración requiere conocer la estructura cognitiva previa de los individuos, lo cual no resulta fácil”.

[_volver_Ausubel_](#)

Bruner parte del supuesto que cualquier conjunto de conocimientos puede presentarse en una forma suficientemente sencilla como para comprenderlo.



La comprensión de un concepto científico radica en encontrar el enfoque y el lenguaje adecuado; las preguntas y respuestas que hagan comprensible el concepto científico.

Bruner admite la importancia del nivel de desarrollo operatorio de los alumnos, que éste puede potenciarse notablemente en el ámbito escolar, que no existe una secuencia óptima de validez general para el aprendizaje de los contenidos y que ésta depende de aprendizajes anteriores, de las características de los propios contenidos a enseñar y de las diferencias individuales de los alumnos. Por eso, es importante proporcionar a los alumnos las *oportunidades prácticas* adecuadas, que representen un desafío y los impulsen hacia nuevos niveles de desarrollo.

[_ {HYPERLINK \l "volver_Bruner"} _](#)

Los trabajos de campo son fundamentales en la medida en que los temas tratados o por tratarse en el aula requieran un desplazamiento cuyo objetivo es el contacto directo entre los alumnos y el objeto de investigación. Todo trabajo de campo puede ser utilizado como actividad para recoger información que sólo se puede encontrar fuera del ámbito escolar. Para la realización de un trabajo de campo es preciso tener en cuenta: el planteamiento preliminar, la planificación de actividades en forma conjunta por parte de alumnos y docentes, la conducta durante el viaje y las actividades posteriores en el aula.

Veamos un ejemplo:

Marcelo, profesor del área de ciencias naturales de 7º año diseñó un proyecto para investigar las relaciones entre seres vivos y elementos no vivos en un ecosistema determinado a partir de un trabajo de campo.

Para motivar la realización del trabajo de campo, mediante el diálogo con los alumnos, fue orientando el trabajo a la formulación de ciertos interrogantes:

¿En qué lugares podemos encontrar naturalmente algunos vegetales? ¿Y los animales? ¿Cómo se desplazan los animales? ¿Dónde encuentran refugio? ¿Cómo se protegen? En los lugares húmedos y oscuros, ¿se encontrarán los mismos seres vivos que en los lugares secos y con luz? ¿De qué se alimentan las plantas y los animales? ¿Qué relaciones podemos encontrar entre plantas y animales?

Estas preguntas fueron sugerentes para ejemplificar la situación. Los alumnos participaron en la conversación, de acuerdo con sus experiencias particulares y sus ideas previas. Marcelo orientó el diálogo para que los chicos mencionaran la mayor cantidad y variedad de vegetales, animales y otros elementos del ambiente (tierra, agua, piedra) características y relaciones.

Algunas preguntas fueron contestadas por los alumnos en forma satisfactoria; otras se convirtieron en situaciones problemáticas, pues los conocimientos que poseían los alumnos no eran suficientes para responderlas, o bien en anticipaciones o explicaciones provisionarias.

¿Dónde encontrar, entonces, el material para resolverlas?

El profesor y sus alumnos decidieron visitar una laguna cercana. Para realizar el trabajo de campo previamente prepararon una guía en la cual se indicaron los objetivos, los materiales y las actividades que se desarrollarían. Antes de hacer la visita, leyeron la guía en clase varias veces y comentaron todos los pasos del trabajo a realizar para disipar las dudas que surgían de los alumnos.

Ya en el lugar elegido, cada grupo de alumnos siguió la secuencia de las actividades previstas. El profesor intervino orientando las observaciones directas y la recolección de elementos que luego se llevaron al aula.

¿Qué actividades realizaron? Estos son algunos ejemplos:

De observación

Observar:

- Estado del cielo
- Viento: dirección e intensidad
- Condiciones de iluminación del ambiente
- Características de suelo
- Presencia de vegetales y sus tipos
- Presencia de animales
- Presencia de hongo y musgos
- Turbiedad del agua

-Relaciones entre las especies (alimentación, protección convivencia)

Realizar un plano del lugar

Tomar fotografías del lugar

De medición

Medir la temperatura de la atmósfera (al sol y a la sombra), del suelo, del agua

De recolección

Recolectar muestras de suelo, de agua, hojas, hierbas, planta acuáticas.

¿Cómo organizar la información?

Ya en el aula, el profesor orientó a los alumnos, en primer lugar, para que realicen una exposición oral de las observaciones realizadas durante el trabajo de campo. Luego completaron planillas sobre las plantas y los animales observados, respondieron cuestionarios en sus cuadernos y carpetas sobre las condiciones de la iluminación. Con los materiales recolectados confeccionaron un terrario y prepararon una muestra con las fotografías tomadas.

El docente retomó la experiencia directa de los niños, quienes comenzaron así a reflexionar sobre ella. Cuando los datos recogidos estuvieron ya ordenados, fue posible avanzar en la búsqueda de relaciones entre ellos, podrá entonces orientar a sus alumnos para que describieran, enunciaran y representaran dichas relaciones (sirve de alimento a...encuentra refugio en ...crece a la sombra de...proporciona oxígeno para...)

De la elaboración de los datos obtenidos, se sacaron conclusiones que respondieron en mayor o menor medida al problema planteado inicialmente.

La comprobación experimental de la permeabilidad y retención de agua en distintas muestras de suelo después del trabajo de campo, posibilitó aplicar técnicas de registro y representación de datos en tablas y gráficas y completar la redacción de un informe.

[_{"volver_Trabajos_de_campo"}_](#)

Nombre de archivo: clase virtual Ratto
Directorio: C:\Documents and Settings\Esteban\My Documents\Telefónica downloads\Angeles Downloads
Plantilla: C:\Documents and Settings\Esteban\Application Data\Microsoft\Plantillas\Normal.dot
Título: CAPITULO 1
Asunto:
Autor: Margui
Palabras clave:
Comentarios:
Fecha de creación: 17/02/2004 11:09 a.m.
Cambio número: 219
Guardado el: 09/03/2004 3:19 a.m.
Guardado por: Esteban
Tiempo de edición: 823 minutos
Impreso el: 09/03/2004 3:31 a.m.
Última impresión completa
Número de páginas: 29
Número de palabras: 9.616 (aprox.)
Número de caracteres: 52.890 (aprox.)