



USAID | **NICARAGUA**
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Proyecto

“ACTIVACIÓN DE PROCESOS INTEGRALES DE CALIDAD EN CENTROS EDUCATIVOS DE EDUCACIÓN BÁSICA, DESDE UNA PERSPECTIVA DE EQUIDAD, PERTINENCIA Y EFICIENCIA”

Diplomado

En: Procesos Integrales de
Calidad Educativa y Pedagógica



MÓDULO 3

ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS CON BASE EN
LA INDAGACIÓN (ECBI)





USAID | **NICARAGUA**
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Alianzas para la Educación y la Salud USAID – RTI

Proyecto:

“ACTIVACIÓN DE PROCESOS INTEGRALES DE CALIDAD EN CENTROS EDUCATIVOS DE EDUCACIÓN BÁSICA, DESDE UNA PERSPECTIVA DE EQUIDAD, PERTINENCIA Y EFICIENCIA”

**DIPLOMADO EN PROCESOS INTEGRALES DE CALIDAD
EDUCATIVA Y PEDAGÓGICA**

DIRIGIDO A DOCENTES DE TERCERO, CUARTO, QUINTO Y SEXTO GRADO

Módulo 3

**ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS CON BASE EN LA INDAGACIÓN (ECBI)
(Apoyo Academia de Ciencias de Nicaragua)**



CRÉDITOS

Autoridades del Proyecto

Juan Bautista Arrien	Director del IDEUCA y Coordinación General
Rafael Lucio Gil	Coordinador Académico del IDEUCA y Coordinador Técnico Pedagógico del Proyecto
Carolina Castro Zambrana	Chief of Party Proyecto Alianza para la Educación y la Salud
Roberto José Jerez Monterrey	Gerente de programas ANF
Claribel Andino Pérez	Coordinadora de programas del IDEUCA y administración del Proyecto
Daniel Henry Peña	Asistente de la Coordinación Técnico Pedagógica del Proyecto

Equipo Técnico del Observatorio de Calidad del Proyecto

Lidia Collado (IDEUCA)
Azalia Aguilar (IDEUCA)
Guiomar Talavera (IDEUCA)
Mario Quintana (IDEUCA)

Autoras y Facilitadoras del Módulo 2

Nubia Rojas Machado (IDEUCA)

Revisión Técnica

Rafael Lucio Gil (IDEUCA)
Gertrudis Mayorga (RTI)

Diagramación

Daniel Henry Peña (IDEUCA)

Impresión

PBS de Nicaragua

La realización de este Diplomado en DIRECCIÓN DE PROCESOS INTEGRALES DE EXCELENCIA E INNOVACIÓN EDUCATIVA, fue posible gracias al generoso apoyo del pueblo de los Estados Unidos de América proporcionado a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). El contenido aquí expresado es responsabilidad de ANF - IDEUCA y el mismo no necesariamente refleja las opiniones de la USAID o del Gobierno de los Estados Unidos de América.



PRESENTACIÓN

Alguien afirmó que un pueblo es su educación, queriendo significar que su identidad, historia, cultura, personalidad, presente y futuro están íntimamente ligados y en cierto modo determinados por su educación. Por eso es tesis generalizada que la educación es la clave esencial para el desarrollo de todo pueblo y que la educación es tarea y compromiso de todos.

En la dinámica de estos dos principios encontramos en Nicaragua múltiples y diversos esfuerzos que apoyando a la responsabilidad, dirección y acción del Estado, han asumido un compromiso muy concreto y práctico, involucrándose en mejorar la equidad y la calidad de la educación nacional en sus diferentes niveles y modalidades.

El programa alianzas de la USAID es uno de esos importantes esfuerzos con ramificaciones muy interesantes y efectivas contando con el financiamiento del Research Triangle Institute (RTI), Programa de apoyo al sector educativo. Uno de los miembros de dicha alianza lo constituye el proyecto American Nicaraguan Foundation (ANF) y el Instituto de Educación de la UCA (IDEUCA), que se desarrollará en 40 escuelas privadas, subvencionadas y públicas con el conocimiento y aprobación del Ministerio de Educación.

Se trata de conjugar las potencialidades de cada una de estas organizaciones ANF desde hace años contribuye con la educación de Nicaragua colocando en nuestras escuelas parte de su base material: pupitres, pizarras, materiales educativos, cuadernos, lápices, libros, etc. y sobre todo alimentos. Nadie duda que sean elementos importantes para el quehacer educativo diario de las escuelas incidiendo en su calidad.

El IDEUCA por su parte, es una institución académica especializada en el área educativa con amplia experiencia y acción en el devenir de la educación nacional encontrando de manera especial su quehacer en la formación del recurso humano-profesional que pone sus capacidades en los distintos componentes del proceso enseñanza-aprendizaje.

El proyecto ANF-IDEUCA “Activación de procesos de calidad en Centros Educativos de Educación Básica, desde una perspectiva de Equidad, Pertinencia y Eficiencia” está concebido y organizado para que se encuentren en la acción la base material que proporciona ANF con la base académica que aporte al IDEUCA. Sobre esta base unificada y fortalecida el IDEUCA asume la formación de los directores de los 40 centros educativos privados, subvencionados y públicos seleccionados, así como la de los maestros y maestras de primaria con énfasis en la lecto-escritura, la matemática y las Ciencias.

Esta formación está organizada en tres Cursos de Diplomado uno para maestros y maestras de educación inicial, primero y segundo grados y el otro dirigido a los maestros y maestras de tercero a sexto grados, ambos concentrados en el currículum y la formación docente. El tercer Curso de Diplomado está dirigido a los directores de centros y concentrado en el fortalecimiento de la gestión.

La atención a estas demandas académicas requiere preparar el material científico pedagógico apropiado en forma de módulos de aprendizaje compartido y de autoaprendizaje reuniendo en



ellos aspectos técnicos y prácticos de cada tema acompañados del método de investigación-acción orientado a la reflexión sobre la práctica y el cambio de cada sujeto director, maestro, maestra, en razón de mejorar la calidad de los aprendizajes de los estudiantes.

Los módulos en los que se fundamenta la formación de estos sujetos claves en la vida de la escuela con orientación a la excelencia son:

Diplomado dirigido a Maestros y Maestras de Educación Inicial y Primero y Segundo Grados.

Módulo I: Construcción de una Escuela de EXCELENCIA. Calidad e Innovación.

Módulo II: Enfoque Comunicativo de Competencia de Lengua Primer Ciclo Primaria.

Módulo III: Salud y Nutrición.

Módulo IV: Enseñanza de las Matemáticas.

Diplomado dirigido a Maestros y maestras de Tercero a Sexto Grados.

Módulo I: Construcción de una Escuela de EXCELENCIA. Calidad e Innovación.

Módulo II: Enfoque Comunicativo de Competencia de Lengua Segundo Ciclo Primaria.

Módulo III: Enseñanza de las Ciencias con base en la Indagación (ECBI) (Apoyo Academia de Ciencias de Nicaragua).

Módulo IV: Enseñanza de las Matemáticas.

El Curso de Diplomado dirigido a Directores de Centros.

Módulo I: Dirección y Gestión del Centro Educativo.

Módulo II: Gestión del Plan Educativo de Centro.

Módulo III: Gestión Curricular e Innovación Pedagógica.

Módulo IV: Gestión de la Enseñanza, el Aprendizaje y la Evaluación en una Escuela de Excelencia.

Módulo V: Gestión Psicosocial y Comunitaria.

Los módulos han sido preparados por especialistas de amplia experiencia en cada tema y constituye el fondo de formación de quienes se enfrentan diariamente en su trabajo para mejorar los procesos y resultados de los aprendizajes en nuestras escuelas de Educación Primaria.

Algo muy importante de destacar es que los módulos están elaborados de forma que los maestros y maestras participantes en estos Cursos de Diplomado puedan replicarlos a otros maestros y maestras de su Centro a través de los Círculos de Calidad e Innovación Pedagógica.

Juan B. Arrien

Director IDEUCA

Septiembre 2011

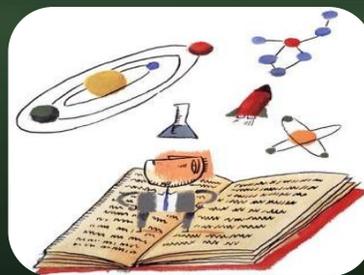


CONTENIDOS

ASPECTOS GENERALES DEL MODULO.....	8
A. Introducción.....	8
B. Objetivos del modulo.....	8
C. Descripción del modulo.....	9
D. Metodología.....	10
E. La evaluación del aprendizaje.....	11
UNIDAD I: Ideas para orientar el aprendizaje de las ciencias.....	12
1.1. Las ideas de los niños y el aprendizaje de las ciencias.....	14
1.2. Actividades experimentales para la enseñanza de las ciencias naturales en educación primaria.....	23
1.3. La Evaluación como estrategia para enseñar y aprender ciencias...	31
1.4. La naturaleza de la ciencia.....	48
UNIDAD II: La Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación, ECBI.....	60
2.1. ¿Qué es la indagación?.....	61
2.2. Una alternativa metodológica para promover la enseñanza de las ciencias naturales.....	65
2.3. La formación del profesorado.....	63
2.4. Material de trabajo.....	75
2.5. Estructura y organización de los talleres.....	75
Conclusiones del Módulo.....	101
Bibliografía.....	102
Anexos.....	104



ASPECTOS GENERALES DEL MODULO



A. Introducción

Profesores y profesoras:

Este es su modulo III, Enseñanza de las Ciencias con Base en la Indagación, del Diplomado en Procesos Integrales de Calidad. Él le acompañará en el proceso de aprendizaje de nuevos conocimientos, habilidades y valores que le ayudarán a descubrir en su ambiente laboral, condiciones materiales y humanas adecuadas para dirigir los procesos de aprendizaje de las Ciencias Naturales de sus educandos, también le ayudará a compartir conocimientos con otros docentes en los círculos de calidad impulsados en su Centro Educativo.

Durante el desarrollo del modulo, usted podrá ir integrando poco a poco a sus concepciones de acogida los nuevos conocimientos que se le brinden en forma activa y constructiva. Será a través de lecturas, ejercicios, actividades de reflexión personal y de grupo, más el apoyo en las propias experiencias de los participantes que se potenciará la comprensión de los nuevos contenidos.

Siempre tendrá la oportunidad de aplicar los conocimientos comprendidos ideando como integrarlos en su realidad, a fin de mejorar su práctica.

El módulo consta de dos unidades temáticas, ambas orientadas a la experimentación como eje central en la construcción del conocimiento científico.

UNIDAD I: Ideas para orientar el aprendizaje de las ciencias

UNIDAD II: La Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación, ECBI.

B. Objetivos del modulo

- Muestro dominio de la importancia de enseñar ciencias y del papel que ésta tiene en la formación de niños y niñas desde sus etapas tempranas de desarrollo en la escuela, iniciando así la alfabetización científica de los ciudadanos.
- Manejo adecuadamente el concepto, características, papel de las preconcepciones de los alumnos en el aprendizaje; el rol del docente en el dominio de las estrategias para conocerlas mediante la aplicación de instrumentos de diagnóstico.

- Reflexiono con base en mi experiencia sobre los problemas y mitos que obstaculizan la introducción de los experimentos en la enseñanza de las ciencias naturales y sobre esa base analizo los beneficios y bondades de los experimentos, resolviendo un problema real y diseñando una estrategia experimental, semejante a lo que podría ser una clase de ciencias naturales.
- Domino las bases epistemológicas que me permiten deconstruir la imagen simplista, mecanicista y universal del “método científico”, lo que impactará positivamente en mi forma de concebir e implementar los experimentos en mi clase.
- Reconozco el experimento científico en su relación con: las teorías del investigador, la observación, la formulación de hipótesis, la contrastación de resultados, todo como parte de un amplio proceso de investigación; lo cual es un instrumento para diseñar y dirigir mis pequeños experimentos escolares.
- Expreso con argumentos sólidos la importancia de que los maestros y maestras de ciencias dominen contenidos de la Naturaleza de la Ciencia, su significado, papel e implicaciones didácticas, de modo que me permita formar en mis estudiantes una imagen real y democrática de la ciencia.
- Identifico los rasgos que sustentan una nueva perspectiva de la evaluación como un componente que dinamiza los procesos de enseñanza a través de la autoevaluación y regulación de los aprendizajes en el aula, experimentando algunas estrategias evaluativas.
- Domino conceptual y técnicamente la indagación científica como herramienta metodológica que potencia, enfoca, y profundiza la observación de especímenes y fenómenos con interés cognitivo de los estudiantes, impulsada por preguntas del docente, a fin de que esta estrategia sea incorporada en mi práctica docente.
- Conozco el significado de la metodología ECBI, sus procedimientos y estructura de guiones o protocolos para su implementación práctica, lo cual constituye la base para iniciar mi autopreparación a fin de poder integrar poco a poco a mi práctica docente la elaboración y aplicación de mis propias guías.

C. Descripción del modulo

UNIDAD I: Ideas para orientar el aprendizaje de las ciencias

En esta Unidad se articulan cuatro temáticas, muy significativas para la enseñanza de las ciencias naturales: En primer lugar se examinan las ideas alternativas que poseen los niños y niñas cuando se disponen a aprender ciencias, sus características y todo lo que debe saber un docente para averiguarlas y enseñar en consecuencia; en segundo lugar se examina la problemática, los beneficios y cómo asumir la irrupción de los experimento en la clase de ciencia naturales; seguidamente se propone la evaluación como proceso inseparable de la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia y cómo el error, es la base de nuevos aprendizajes; para concluir con el tema de la naturaleza de la ciencia, esencial en los procesos para alcanzar su democratización.



Dan cuerpo a estos contenidos los subtemas siguientes: Las ideas de los niños y el aprendizaje de las ciencias; las actividades experimentales para la enseñanza de las ciencias naturales en educación primaria y la evaluación como estrategia para enseñar y aprender ciencias.

Los contenidos a enseñar al ciudadano en materia de naturaleza de la ciencia, son: ¿Qué es la naturaleza de la ciencia?, se responde, al examinar *el papel que los estudiantes atribuyen a la actividad científica, cómo explican la metodología científica* y para terminar se analizan las *implicaciones metodológicas, desde la enseñanza de la naturaleza de la ciencia.*

UNIDAD II: La Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación, ECBI.

En esta unidad se trata la *experimentación* desde dos ángulos: Uno desde la *indagación* como idea original aparecida en Estados Unidos en los años 80, desarrollada como un enfoque aplicable en la enseñanza de los experimentos en ciencia naturales y la otra más trabajada y por tanto más concreta, es la llamada Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación, propuesta en Francia como método por un profesor de Física y conocida en Latinoamérica como ECBI.

Fundamentando estas dos ideas, se desarrollan los siguientes subtemas: ¿Qué es ECBI? Principales características del enfoque y metodología del enfoque ECBI, sus cuatro fases, y luego se examinan las propuestas en la formación del profesorado y el material de trabajo, para finalizar examinando la estructura y organización de las clases en forma de talleres, examinando un tema de ciencia cuyo estudio inicia en primaria y luego se amplía en niveles superiores de enseñanza: La materia.

D. Metodología

La metodología con la cual se gestionarán los aprendizajes anteriormente presentados será mixta, dado que combina la educación a distancia y los encuentros presenciales.

El módulo se desarrollará en un encuentro de 16 horas, esto significa que en el encuentro se abordarán sólo los contenidos esenciales para la comprensión global de los temas núcleo. Por esa razón en la construcción del módulo se adoptó una estructura de mediación pedagógica para que los estudiantes mediante su autoaprendizaje se apropien de los contenidos, ofreciendo tres tipos de actividades de auto regulación: a) *Examen de los saberes y experiencias previas*, b) *Ampliación de conocimientos* mediante lectura y reflexión para potenciar la comprensión al finalizar los grande apartados en que se han dividido las unidades, c) *Pongo en práctica lo aprendido*, para estructurar las ideas aprendidas en el texto y finalmente d) *Aplico lo aprendido a mi contexto educativo*, esta última con el propósito de acercar lo aprendido a las necesidades generadas en la realidad, son de mayor exigencia cognitiva.

En los encuentros los temas se desarrollarán a través de cuatro pasos didácticos: *reflexiono y evidencio mis saberes previos*, me dispongo a *conocer analizando la nueva información*, estructuro lo aprendido y lo *pongo en práctica* y finalmente *aplico el aprendizaje a nuevos contextos.*



E. La evaluación del aprendizaje

La evaluación del módulo estará basada en el modelo de evaluación formativa y sumativa, por tanto se realizará aplicando los siguientes criterios de valoración:

Cualitativa

Evaluación diagnóstica inicial, que nos permita tener una aproximación de lo que saben los participantes en relación con los contenidos que refleja el módulo, esta tendrá carácter cualitativo.

- a) Desempeño individual y en grupo
- b) Evidencia del trabajo independiente, lectura del módulo, desarrollo de guías y trabajos escritos.
- c) Actitud e integración en las actividades de simulación al final de la unidad II.

Esta evaluación aplicada a lo largo del desarrollo del módulo, nos permitirá retroalimentar y reforzar las participaciones y desempeños individuales y grupales en las distintas actividades de aprendizaje.

Cuantitativa

Estará basada en una escala de cero a cien puntos, distribuidos de la siguiente manera:

- a) Seguimiento a las tareas del módulo 30%
- b) Evaluación escrita al final de la primera unidad 30 %
- c) Actividad de simulación al final de la segunda unidad estará centrada en los siguientes indicadores:

c.1. Organización del grupo en la modelización de la clase. 10%

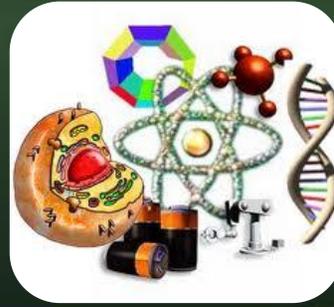
c.2. Apropiación de los roles de enseñantes y aprendices en la modelización de la clase. 10%

c.3. Demostración de dominio científico del tema y metodológico del enfoque ECBI. 10%

c.4. Uso correcto de los medios y recursos en la parte experimental de la clase modelo. 10%



UNIDAD I: Ideas para orientar el aprendizaje de las ciencias



¿Qué importancia tiene la formación científica de los niños y jóvenes de una comunidad hoy en día? De las múltiples respuestas a esta pregunta, aquí destacamos dos tipos de argumentos: uno que expresa la *importancia* de la formación científica de los niños, niñas y jóvenes, que en el futuro serán hombres y mujeres de ciencia y por tanto prepararles hoy exige incluir en el currículo con mucho rigor un cúmulo de conocimientos, habilidades y destrezas científicas que seguramente en su formación posterior a la educación básica les será de mucha utilidad. Pero, nos asalta la duda: *Aunque existe dicha necesidad, éstos siempre serán una minoría.* Por otro lado, Andoni Garritz (2000), escribe que también es importante enseñar ciencia a quienes deberían reflexionar sobre ella, y esto incluye casi a todos, especialmente a los poetas, pero también a los músicos, filósofos, historiadores y escritores, continua diciendo: Al menos algunos de ellos podrán imaginar campos de significado que se nos escapan al resto.

Un segundo argumento que reconoce dicha importancia, propone que en un mundo repleto de productos de la indagación científica, la alfabetización científica se ha convertido en una necesidad *para todos*: todos necesitamos utilizar la información científica para elegir opciones que se plantean cada día; todos necesitamos ser capaces de implicarnos en discusiones públicas acerca de asuntos importantes que se relacionan con la ciencia y la tecnología; y todos merecemos compartir la emoción y la realización personal que puede producir la comprensión del mundo natural.

Esto encierra un reto para la educación por cuanto las miradas están puestas en las instituciones encargadas de cumplir con esta tarea, particularmente en la labor que diariamente realiza el profesorado de ciencias. Ahora cabe preguntarnos: ¿Que características debe poseer la enseñanza científica en los niveles de educación básica hoy en día?

Expertos didactas y científicos critican el tipo de enseñanza que hoy en día se practica en las aulas de clase, en casi todo el mundo predomina una visión enciclopedista de las ciencias la cual tiene poca cabida en un mundo donde el conocimiento se construye y reconstruye a una enorme velocidad, y en que es imposible manejar toda la información que existe, pues ésta se amplía segundo a segundo. Se hace necesario entonces formar individuos capaces de *acceder, conocer, cuestionar y construir conocimiento.*

Y para ello el profesorado encargado de la formación científica además de dominar sólidamente los contenidos, la pedagogía y otras ciencias afines para enseñarlo, debe poseer dominio de cómo enfocar su acción para que los niños y niñas adquieran y desarrollen las habilidades y destrezas adecuadas para construir en forma participativa y activa los conocimientos planteados en el currículum, aquí nos estamos refiriendo a que aprendan a indagar con auténtica curiosidad científica los objetos que les rodean, los profesores debemos evitar responder a preguntas que los niños y niñas no se han formulado.

Otro componente curricular que debe ser incluido en la formación de los profesores y profesoras que imparten ciencias es conocer su naturaleza, en países como Estados Unidos se han incluido explícitamente en los currículos de Ciencia Básica, de modo que la naturaleza de la ciencia se constituye como una necesidad en la formación de los docentes para que puedan enseñar una ciencia más real, útil y cercana a la sociedad. Saber desde la perspectiva histórica cómo se han desarrollado los conceptos, de qué manera proceden los científicos para alcanzar el conocimiento y cómo son los contextos sociales donde se han construido los conocimientos científicos, es cada vez más importante para aprender ciencias.

La presente unidad aborda cuatro tópicos muy importantes en la enseñanza de las ciencias y se pretende que con el estudio de los mismos, los profesores que cursan el módulo tengan la oportunidad de reflexionar sobre aspectos generales que tienen que ver con el aprendizaje científico de los niños y niñas desde edades tempranas, teniendo como telón de fondo su propia práctica docente a fin de poder contrastar y enriquecer dichas ideas. Las temáticas incluidas son: Las concepciones alternativas y su importancia en los procesos de enseñanza; en segundo lugar se ha elegido el tema del trabajo experimental en la clase de Ciencias, desde una perspectiva que genera la reflexión teórico-conceptual, el aprendizaje significativo y a la vez enfrenta el mito de que estudiar y aprender ciencias es cosa de “mentes que brillan”; en tercer lugar se aborda el tema de la evaluación desde una perspectiva que contribuye a fortalecer los aprendizajes; y en último término se ha incluido un tema considerado de mucha utilidad en la formación de los profesores y profesoras que enseñan ciencias.

Saber desde la perspectiva histórica cómo se han desarrollado los conceptos, de qué manera proceden los científicos para alcanzar el conocimiento y cómo son los contextos sociales donde se han construido los conocimientos científicos, es cada vez más importante para aprender ciencias.

Conviene destacar que el fundamento de la propuesta didáctica que nos ocupa se fundamenta en el modelo constructivista de la enseñanza. En correspondencia con dicho enfoque las clases presenciales y la mediación que han sido planeadas para el estudio y autoestudio del módulo asumen como vehículo de los procesos de aprendizaje la metodología APA, ampliamente estudiada por los docentes participantes.



1.1. Las ideas de los niños y el aprendizaje de las ciencias



Examino mis saberes y experiencias previas

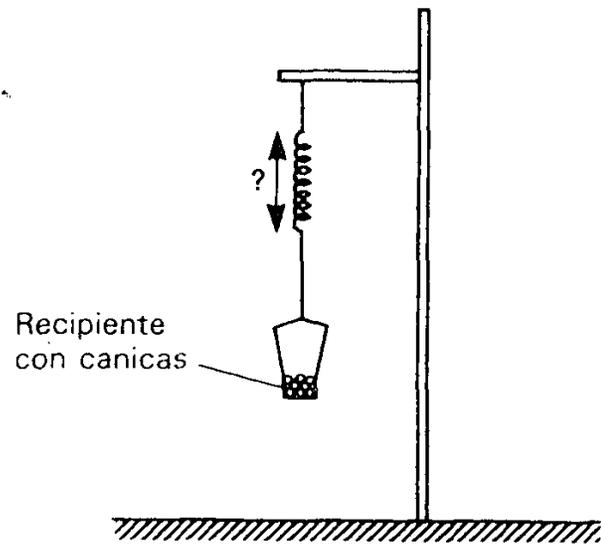
- La experiencia muestra que al interrogar a los niños en la clase de ciencias o matemáticas sobre un tema que aun no ha sido desarrollado, los menos tímidos, saben cosas y responden con argumentos unas veces acertados y otras bastante alejados del saber científico que se intenta enseñar, o sea que ellos tienen una respuesta. ¿Cómo explico la existencia de esas ideas en mis alumnos?
- Explico si tiene o no, alguna implicación en la enseñanza averiguar lo que piensan los alumnos acerca de un tema de ciencias que estoy a punto desarrollar en mi clase.
- Investigaciones realizadas demuestran que alumnos de los últimos años de secundaria poco tiempo después de estudiar un tema, han olvidado lo aprendido y ante preguntas que les plantean sus maestros, ellos responden con ideas y argumentos que son muy similares a las que responden niños de preescolar o de los primeros grados de primaria. ¿Cómo explico este hecho?



Amplio mis conocimientos sobre el tema¹

Dos niños de 11 años, Tim y Raúl, estudian cómo se alarga un muelle a medida que añaden canicas al recipiente de poroplast que cuelga del mismo. Raúl deposita cada canica y mide la nueva longitud del muelle o resorte antes de añadir la siguiente. Tim lo observa; entonces le interrumpe: "Espera, ¿qué pasa si lo subimos más arriba?"

Descuelga el muelle, lo eleva y mide de nuevo su longitud. Aparentemente satisfecho de que la longitud no haya variado, continúa el experimento. Más tarde, cuando se le pidió que explicase la razón para hacer esto, Tim cogió dos canicas, sosteniendo una más alta que la otra y dijo: "ésta está más arriba y la gravedad tira de ella más fuerte que de la otra. Cuanto más elevada, mayor es el efecto de la gravedad porque si te pones de pie allí y alguien te lanza una piedra, le daría, pero no le haría daño. Pero si la lanza desde un avión, se aceleraría cada vez más y cuando le diese a alguien en la cabeza lo mataría".



¹ Adaptación de Rosalind Driver, Edith Guesne y Andrée Tiberghien (1992), Ideas científicas en la infancia y la adolescencias.

La idea de Tim sobre el incremento del peso cuando los objetos se elevan, alejándose de la superficie de la Tierra no es irracional, como indica su argumento (aunque desde el punto de vista del científico parezca referirse aquí a la energía potencial gravitatoria). Como Tim, muchos niños llegan a sus clases de ciencias con ideas e interpretaciones de los fenómenos que estudian, aunque no hayan recibido ninguna enseñanza sistemática al respecto. Los niños crean estas ideas e interpretaciones a partir de las experiencias cotidianas en todos los aspectos de sus vidas: a través de actividades físicas prácticas, de las conversaciones con otras personas acerca de aquéllas y de los medios de comunicación.

Este texto presenta las concepciones descubiertas en niños de edades comprendidas entre 10 y 14 años, en diferentes aspectos físicos, y señala su importancia para los profesores y para aquellas otras personas relacionadas con la educación científica.

1.1.1. ¿Qué podemos decir en relación con esas ideas?

¿Las ideas de los niños representan modelos coherentes de los fenómenos que se presentan con frecuencia en los ambientes de clase? Los profesores experimentados comprueban que los estudiantes tienen sus propias concepciones sobre los fenómenos, aunque a veces éstas puedan parecer incoherentes, al menos desde el punto de vista del profesor.

Asimismo, se comprueba que a menudo persisten aunque no concuerden con los resultados experimentales o con la explicación del docente. En otras palabras, pueden ser ideas estables. Expondremos ahora con mayor detalle estas características de las ideas de los niños: su naturaleza personal, su coherencia y su estabilidad.

1.1.2. Estas ideas son personales

Cuando los niños en una clase escriben sobre el mismo experimento que observan pueden hacer diversas interpretaciones. Cada uno lo ha "visto" e interpretado a su modo. La medida en que modifiquemos nuestra forma de pensar depende, al menos, tanto de nuestras ideas de partida como de lo escrito o dicho. Cuando diversas personas escuchan la misma conferencia o leen el mismo libro, incluso un texto científico, no necesariamente entienden o retienen los mismos aspectos.

Los sujetos interiorizan su experiencia de una forma propia, al menos parcialmente: construyen sus propios significados. Estas "ideas" personales influyen sobre la manera de adquirir la nueva información. También encontramos esta forma personal de enfrentar los fenómenos en el modo de generarse el conocimiento científico. La mayoría de los filósofos de la ciencia aceptan que las hipótesis o teorías no representan los llamados datos "objetivos", sino que constituyen construcciones o productos de la imaginación humana. Según esto, las observaciones de los hechos están influidas por las estructuras mentales del observador. Las observaciones que hacen los niños y sus interpretaciones de las mismas también están influidas por sus ideas y expectativas.

El carácter personal de estas ideas, sean del niño o del científico, no significa necesariamente que no puedan ser compartidas por muchas personas. En la historia de la ciencia ha ocurrido en diversas ocasiones que científicos que no tienen ninguna



relación, han desarrollado y utilizado independientemente la misma estructura teórica. Igualmente se pone de manifiesto que los estudiantes, aun de países diferentes, pueden tener las mismas ideas o hacer idénticas interpretaciones de hechos semejantes.

1.1.3. Las ideas personales del niño pueden parecer incoherentes

¿Qué profesor no ha quedado sorprendido por las distintas y a veces contradictorias interpretaciones de fenómenos propuestas por los alumnos en clase? Aun cuando el docente enfrente a los estudiantes con lo que parecen contradicciones, éstos no se darán necesariamente cuenta de ellas. Además, veremos que el mismo niño puede mantener diferentes concepciones de un determinado tipo de fenómeno, empleando a veces argumentos distintos que conducen a predicciones opuestas en situaciones que son equivalentes desde el punto de vista del científico e, incluso, cambiando de uno a otro tipo de explicación del mismo fenómeno. A continuación veremos muchos ejemplos de estas contradicciones del pensamiento de los estudiantes.

¿Por qué se producen? La necesidad de coherencia y los criterios para la misma, tal y como los perciben los estudiantes, no es la misma para el científico: el niño no dispone de un modelo único que incluya el conjunto de fenómenos que el científico considera equivalentes. Por otra parte, no siente la necesidad de una perspectiva coherente puesto que puede parecer que las interpretaciones y predicciones que posee acerca de los hechos naturales funcionan perfectamente en la práctica.

1.1.4. Estas ideas son estables

Con frecuencia podemos apreciar que, incluso después de enseñado un tema o concepto, los estudiantes no modifican sus ideas a pesar de los intentos del profesor por combatirlas mediante pruebas en contra de las mismas. En adelante aparecen unos cuantos ejemplos que ilustran el problema: los niños pueden ignorar las pruebas en contra, o interpretarlas de acuerdo con sus ideas antecedentes. Aunque las nociones infantiles pueden ser persistentes, como hemos manifestado ya, el estudiante no tiene por qué tener un modelo completamente coherente del fenómeno presentado, al menos en el sentido científico de la palabra "coherente". Sus interpretaciones y concepciones son a menudo contradictorias, pero no menos estables.

1.1.5. ¿Cómo afectan estas ideas al proceso de aprendizaje? Un posible modelo

Las mentes de los niños no son tablas rasas capaces de recibir la enseñanza de modo neutral; por el contrario, se acercan a las experiencias de las clases de ciencias con nociones previamente adquiridas que influyen sobre lo aprendido en las nuevas experiencias de formas diversas. Esas nuevas experiencias abarcan las observaciones de hechos, las interpretaciones ofrecidas sobre esas observaciones y las estrategias que utilizan los estudiantes para adquirir nueva información, incluyendo la lectura de textos y la experimentación.

El niño, aun cuando es muy pequeño, tiene ideas sobre las cosas, y esas ideas desempeñan un papel propio en las experiencias de aprendizaje. Muchos autores, como Ausubel, Piaget y otros, incluyeron esta noción como elemento integrante de sus teorías. Lo que los niños son capaces de aprender depende, al menos en parte, de "lo que tienen en la cabeza", así como del contexto de aprendizaje en el que se encuentren.



El modelo introducido por los científicos cognitivos se ajusta bastante bien con lo que conocemos de la interacción entre las distintas ideas del niño y la forma de evolución que experimentan con la enseñanza. Este modelo se basa en la hipótesis de que la información se almacena en la memoria de diferentes formas y de que todo lo que decimos y hacemos depende de los elementos o grupos de elementos de esta información almacenada, que han sido denominados "esquemas".

Un esquema puede referirse al conocimiento del sujeto acerca de un fenómeno específico (por ejemplo, a la sensación de frío suscitada por un objeto metálico, o a una estructura de razonamiento más compleja (por ejemplo, la asociación de una variable con otra que lleva a que algunos niños prevean que "cuanto más brille la bombilla, mayor será la sombra"). Por tanto el término "esquema" denota las diversas cosas almacenadas e interrelacionadas en la memoria. Así mismo estos esquemas influyen sobre la forma de comportarse y de actuar una persona con el ambiente y, a su vez, puede ser influida mediante retroalimentación por ese mismo ambiente.

Ilustraremos la idea de "esquema" utilizando como ejemplo la noción que un sujeto tiene de un instituto de bachillerato. Este esquema puede incluir relaciones entre hechos o situaciones comprendidas en él y que son, ellas mismas, esquemas. Algunas representan características físicas, p. ej.: uno o más edificios, escaleras, pasillos, salas, campo de deportes; o personas, incluyendo gran cantidad de estudiantes, profesores, técnicos, limpiadoras y un director.

Otros aspectos del esquema general del sujeto pueden incluir los tipos de relaciones o actitudes presentes entre las personas implicadas, como amistad, sumisión y poder, y las actividades de estas personas, como subir o bajar las escaleras, escribir, hablar, tocar instrumentos musicales y enseñar.

Por tanto, este "esquema" relativamente sencillo del instituto contiene diferentes elementos organizados entre sí para formar una estructura. Ésta puede hallarse ligada a esquemas de otras estructuras (por ejemplo, profesores, estudiantes, educación, etc.).

En la teoría científica hay algunos "esquemas" muy elaborados que representan el conocimiento correspondiente a un campo concreto como mecánica, luz o reacciones químicas, procesos biológicos como meiosis, etc. Estos "esquemas" científicos, integrados en estructuras, se componen, de manera similar, de elementos y de relaciones entre ellos. Sin embargo, difieren del ejemplo del instituto antes utilizado en que algunos elementos de una teoría científica no corresponden a percepciones directas.

Estos modelos de la organización de esquemas integrados en estructuras pueden ser utilizados para describir el aprendizaje o la adquisición de una nueva porción de conocimientos. En primer lugar, consideraremos una analogía con la agrupación de los estudiantes de una clase. Éstos se relacionan entre sí y forman grupos para actividades distintas, como deportes, teatro o ciencias. Estos grupos no son estáticos, sino que se modifican cuando cambian las amistades y los intereses; algunos estudiantes puede que no se relacionen con los otros y permanezcan aislados. Pensemos en lo que sucede al incorporarse un nuevo alumno. Cuando llega, pueden darse varias



posibilidades: puede no relacionarse con ninguno de los otros alumnos, permaneciendo aislado; puede unirse a un grupo ya existente, o su presencia puede provocar la reorganización general de los grupos de amigos. El mismo estudiante se integrará de forma distinta según la clase que lo acoja.

La analogía con el aprendizaje es clara: el modo de asimilación de un nuevo elemento de información depende tanto de la naturaleza de dicha información como de la estructura del aprendiz de "esquemas". Por tanto, la misma experiencia facilitada a los estudiantes en sus clases de ciencias puede ser asimilada de manera muy distinta por cada sujeto.

Estas imágenes de la organización de esquemas y de la adquisición de otros nuevos puede dar cuenta de la existencia de estas ideas personales, contradictorias y estables. Cada uno de nosotros tiene una organización característica de esquemas. La información adquirida está ligada a otra información y, aunque la nueva sea idéntica para varias personas, hay pocas probabilidades de que el enlace establecido entre esta información adquirida y la ya almacenada sea el mismo para dos personas distintas.

Cuando un estudiante manifiesta diversos conceptos contradictorios, se ponen en juego diferentes esquemas; estas ideas pueden ser estables todas ellas en tanto los esquemas las mantengan integradas en estructuras, de manera que el cambio de una de ellas requiera la modificación de una estructura y no estrictamente de un elemento de la misma.

Al aprender ciencias, un alumno puede darse cuenta de que un hecho se opone a sus expectativas, de que no se ajusta a sus esquemas. Sin embargo, la simple comprobación de esta discrepancia no implica necesariamente la reestructuración de las ideas del estudiante; esa reestructuración requiere tiempo y circunstancias favorables. Para ayudar a los niños a llevar a cabo esta reestructuración de su pensamiento acerca de los fenómenos naturales, la enseñanza de las ciencias puede desarrollar un importante papel para proporcionar a los alumnos una amplia muestra de experiencias. Los cambios no se producen rápidamente, a pesar de las actividades prácticas realizadas por los niños.

1.1.6. ¿Qué ganamos al comprender las ideas de los estudiantes?

Una de las estrategias, si bien no es la única, que permite adaptar mejor la enseñanza a los estudiantes consiste en tener en cuenta sus ideas previas. Esta adaptación puede darse de diversos modos:

1. *La elección de los conceptos que se enseñarán.* En ciertos esquemas de enseñanza utilizados con alumnos de primaria y secundaria algunos conceptos se consideran obvios y se dan por sabidos al planificar el curso. Sin embargo como indican los descubrimientos, el estudio de las ideas de los niños sugiere que incluso nociones aparentemente tan sencillas como la conservación de la materia o la naturaleza intensiva de la temperatura, (igual temperatura se registra en una copa y botella de vino si ambas están en el mismo sitio, independiente de la cantidad de vino en ambos recipientes), pueden no ser captadas por muchos estudiantes de primaria y secundaria. La incompreensión



de estas ideas fundamentales puede, en tal caso, llevar a posteriores y más serios problemas de aprendizaje.

2. *La elección de experiencias de aprendizaje.* Si conocemos las ideas previas de los estudiantes, podemos atacarlas de modo directo mediante experiencias que entren en conflicto con las expectativas, de manera que les obliguen reconsiderarlas. No obstante, no es suficiente, para promover tal cambio, ponerlas en tela de juicio; hay que presentar otras alternativas, que han de ser consideradas por los estudiantes no sólo como necesarias, sino como razonables y posibles de suceder.

El conocimiento de las ideas infantiles nos permite escoger actividades de aprendizaje que puedan ser interpretadas más fácilmente por los estudiantes en el sentido que pretendemos. Tenemos un ejemplo en el caso de la reflexión de la luz por los objetos. La mayoría de los niños de 13 y 14 años reconocen que un espejo tiene la propiedad de reflejar la luz, pero piensan que los otros objetos no lo hacen. En apoyo de esta idea, manifiestan que con un espejo podemos iluminar un objeto o enfocar el reflejo hacia alguien. El profesor puede proponer experiencias semejantes para convencerles de que la luz es reflejada por los objetos corrientes. A mediodía, en verano, un trozo de papel blanco deslumbra cuando recibe la luz del sol. En una habitación oscura, podemos percibir con facilidad un objeto ligeramente coloreado cuando lo iluminamos mediante la luz reflejada por una hoja de papel blanco.

Por otra parte, vemos también que el conocimiento de las concepciones de los niños, nos permite rechazar algunos experimentos clásicos de la enseñanza que no son interpretados por el niño en el sentido deseado.

3. *La presentación de los objetivos de las actividades propuestas.* El experimento pretendía demostrar la variación del calor específico entre los distintos metales. Las alumnas tenían que dibujar un gráfico que relacionara temperatura y tiempo cuando calentasen cada bloque. Hacia el final de la clase, se pidió a las niñas que mirasen los gráficos y los comparasen, proponiendo una explicación de lo observado en ellos. La profesora (P) toma parte en la conversación.

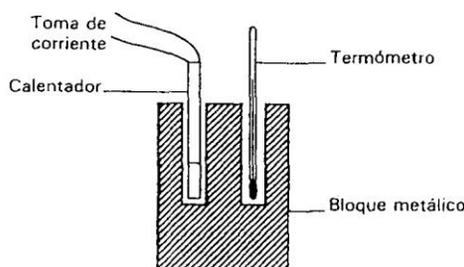


Figura 1.2.



P.- ¿Qué les muestra el experimento?

A2.- Que los diferentes... mm..., que los materiales diferentes y que...vemos cómo puede viajar el calor a través de ellos.

P: ¿Qué habéis descubierto?

A1.- Bueno... pues... que el calor iba a través del... del... hierro más fácilmente que a través del esto...

A2: Aluminio.

Las alumnas habían tenido una experiencia directa: recogieron los datos, pero los habían incorporado a un esquema relacionado con la conductividad, en vez de asociarlo al que se pretendía.

Si bien es necesario tener en cuenta las ideas de los alumnos al enseñar, ciertamente no es fácil llevar esta exigencia a la práctica. El profesor tiene la responsabilidad de la clase como un todo y puede considerar poco realista prestar atención a las distintas nociones de cada estudiante.

Una de las ideas que aparecen reiteradamente en los estudios revisados es que, aunque los conceptos que los alumnos emplean para interpretar los fenómenos son diferentes, existen ciertas pautas generales en los tipos de ideas que tienden a utilizar los niños de diversas edades. Los estudios de las concepciones infantiles relativas a cierta cantidad de temas científicos se han realizado en distintas partes del mundo con niños cuya experiencia de enseñanza formal de ciencias variaba considerablemente.

A pesar de ello, estudios de investigación independientes entre sí han mostrado que los niños mantienen pautas semejantes de ideas. Por ejemplo, los estudios efectuados en el área de las concepciones de los alumnos sobre la dinámica, sobre sus puntos de vista acerca de la Tierra y acerca del calor se han realizado en países distintos y los resultados muestran un cuadro coherente con la afirmación de que las experiencias previas de los niños con los fenómenos dominan su pensamiento.

Los estudios mencionados en relación con la teoría de partículas de la materia muestran lo difícil que resulta para muchos estudiantes asimilar aspectos de ese modelo, a pesar del cuidado puesto en el diseño de las secuencias de enseñanza. Los estudios de este tipo muestran que, a pesar de la aparente variedad de ideas sugeridas en las clases de ciencias, puede ser útil tratar de tener en cuenta las tendencias generales del pensamiento infantil, tanto para planificar las actividades de aprendizaje como para mejorar la comunicación interna de la clase.

Cabe destacar una perspectiva particular del aprendizaje; en la que consideramos que éste tiene lugar en la interacción entre, por una parte, las experiencias del aprendiz y, por otra, las "entidades mentales", las ideas "o esquemas", utilizados para interpretar y dar sentido a aquellas experiencias.

Es común que se utilicen diversos términos para describir estas "entidades mentales" y cada uno con connotaciones ligeramente distintas. En ciertos casos, la organización de las ideas y la relación entre ellas se realza mediante el empleo de expresiones como "estructura cognitiva", "estructuras" o "modelos de los niños". En otros casos, el término



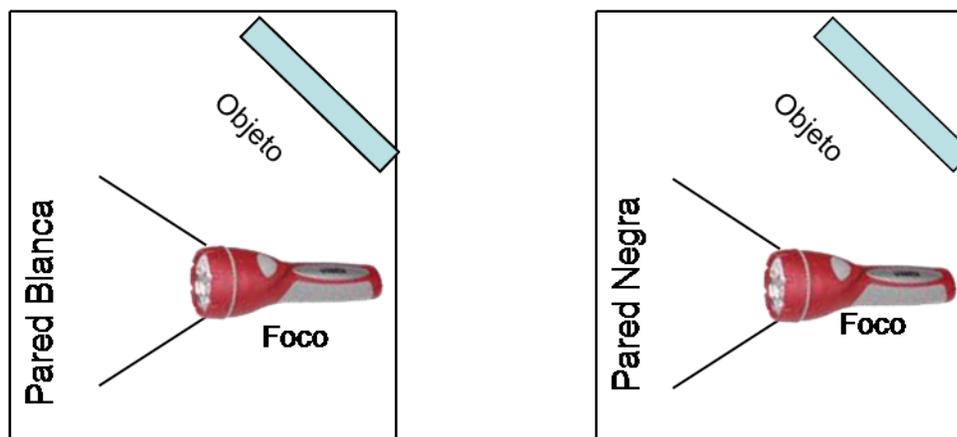
empleado se califica con la palabra "alternativo" (p. ej, "concepción alternativa", "estructura alternativa"), haciendo hincapié en la diferencia entre las ideas de los niños y la teoría científica aceptada.

A nuestro parecer, esta pluralidad de términos refleja tanto la naturaleza polifacética como la variabilidad que caracterizan las ideas infantiles; variabilidad que se manifiesta de un tipo de fenómeno a otro, entre contextos y entre los mismos niños. No hemos tratado, por tanto, de imponer una terminología común. Como en el cuento del ciego que describe un elefante, cada término utilizado refleja algunos aspectos del tema central: la descripción del pensamiento de los niños acerca de los fenómenos del mundo natural.

1.1.7. Algunos ejemplos de los tipos de preguntas para diagnosticar preconcepciones científicas

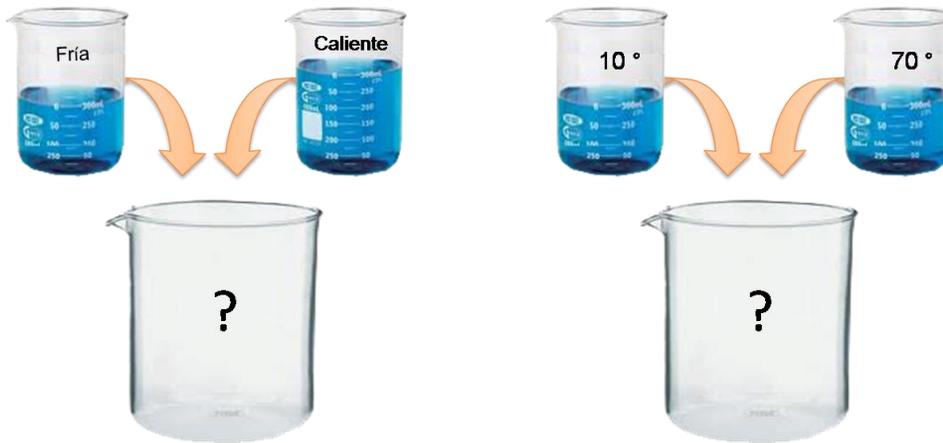
Con la finalidad que él o la lectora puedan implementar actividades de exploración en sus clases de ciencias naturales se han incluido a modo de ilustración del formato de preguntas que hacen que los alumnos se dispongan a responder porque ellas no les hace evocar una situación escolarizada, sino que les acerca a situaciones del contexto. A los niños se les aclara que sus respuestas no serán calificadas o se les explica claramente que con ello se pretende adecuar lo que se les enseñará y las tareas que en adelante han de realizar.

Observemos diversos tipos de preguntas que exigen hacer o interpretar dibujos, porque a través de los dibujos los niños y niñas se expresen mejor y no respondan con un sí o con un no, por el contrario, permiten que nos den pistas sobre sus esquemas de pensamiento.



- Pregunta escrita sobre la noción de la reflexión de la luz. Los dos esquemas representan un escaparate visto desde arriba: el primero tiene una pared blanca a la izquierda, el segundo una negra. Se pidió a los niños que respondieran si el objeto colocado en el escaparate quedaría iluminado con el foco dirigido hacia la pared.
- Pregunta sobre la mezcla de agua que exigen respuesta cualitativa y cuantitativa, a partir de temperaturas iniciales diferentes.





Pregunta que demanda la tarea de elaborar dibujos.

Imagina que dispones de unas gafas mágicas con las que puedes ver el aire que está en el interior de un frasco transparente. Dibuja como lo verías antes y después de utilizar una bomba que saca aire del frasco.

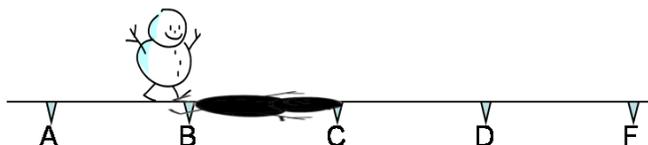
- c) Pregunta que propicia que el estudiante responda a situaciones propias de su entorno, en las cuales hay poco riesgo de ser sancionado por los errores o por no saber.

¿Por qué esta más caliente el mango de una cuchara de metal que el de otra de madera o plástico cuando están metidas en agua caliente?

Pongo en práctica lo aprendido

- 1) Escribo las principales características de las ideas precientíficas que los niños y niñas llevan al aula para aprender la ciencia que se les pretende enseñar.
- 2) Elaboro un esquema que represente cómo me figuro que se realiza el aprendizaje de una nueva información.
- 3) Escribo en mi cuaderno en forma clara una explicación para un compañero o compañera sobre el modelo cognitivo al cual se ajusta la forma de aprender de los niños y niñas.
- 4) Son las 8 de la mañana y en el piso se proyecta la sombra de Juan. El extremo de la sombra llega al punto C.





- Indico en qué punto estará el extremo de la sombra a las 10:00 am, y justifico mi elección.
- Elaboro una explicación sobre el tipo de esquema o preconcepción que posee un niño o niña que responde que a esa hora el extremo de la sombra estará en los puntos B y F.



Aplico lo aprendido a mi contexto educativo

Selecciono un tema, lección o unidad del programa de Ciencias Naturales que desarrollo en mi escuela, y elaboro un cuestionario con tres preguntas que me permitan investigar concepciones alternativas de mis estudiantes, indicando en cada caso el tipo de preconcepción investigada. Procuero que las mismas correspondan a los diferentes tipos de preguntas estudiados.

1.2. Actividades experimentales para la enseñanza de las ciencias naturales en educación primaria²

En la vida cotidiana se encuentran múltiples aplicaciones de las ciencias naturales (CN); uno está tan acostumbrado a estas, que no reflexiona sobre su naturaleza y principios. Ello ha originado que pocas personas se preocupen por aprender CN y se hayan convertido en usuarios mecánicos de estas. Esta situación que parece sin importancia, tiene enorme trascendencia al sumar los individuos que adoptan una actitud semejante. Consecuencia de ello es la falta de la cultura científica, lo cual se manifiesta en una creciente dependencia científica y tecnológica.

Pero, ¿cuáles son sus causas?, ¿Qué factores propician esa situación? Si tomamos en cuenta que la educación básica representa para una gran cantidad de ciudadanos la única posibilidad de acceder al sistema escolar y de aprender CN, resulta necesario, a fin de dar respuesta a estos interrogantes, identificar primero los principales problemas que se presentan durante su enseñanza en el nivel básico de educación, para después determinar las causas, y pensar en las posibles soluciones.

² Adaptado de García Ruiz R. / Flores C. (1999), México D. F.





Examino mis saberes y experiencias previas

- a. Se me ha pedido resumir desde mi punto de vista los problemas que obstaculizan la enseñanza de las ciencias naturales, para conformar una propuesta y presentarla al MED en aras de mejorar la calidad de su enseñanza en el próximo bienio; por lo que escribo cinco aspectos o ideas que representan dicha problemática.
- b. Entre los que se relacionan con la enseñanza de las ciencias naturales hay consenso de que introducir en las clases actividades experimentales es beneficioso para su aprendizaje. Escribo cuatro efectos de esta innovación que coadyuven al mejoramiento de su enseñanza.
- c. Si yo como maestra de ciencias naturales, tuviera que gestionar ante las autoridades escolares de mi delegación, todo tipo de apoyo para implementar actividades experimentales en mi clase de ciencias naturales y en las de otras escuelas vecinas; elaboro una lista de prioridades para incluir en mi propuesta.



Amplio mis conocimientos sobre el tema

Uno de los principales problemas en la enseñanza de las CN en muchos países de Latinoamérica, es la dificultad que tienen los docentes de encontrar y diseñar estrategias de enseñanza adecuadas para que sus alumnos se apropien del conocimiento científico. La elaboración de estrategias de enseñanza de las ciencias en educación primaria plantea al profesor el reto de conocer y analizar su propia práctica docente. Este reto provoca que los docentes, a partir de su experiencia y conocimiento en la materia, y de la problematización y confrontación de su práctica, traten de transformar sus estrategias de enseñanza, tarea en extremo difícil debido, entre otros factores, a la falta de formación académica adecuada.

Por otra parte, tomando en cuenta las ideas alternativas que traen los estudiantes a la escuela, las cuales regularmente son ignoradas por los docentes, conduce según (Driver y otros), a que los alumnos resuelvan el conflicto cognitivo separando la ciencia que se les enseña en la escuela de sus propias experiencias de la vida cotidiana.

De las investigaciones educativas realizadas en los últimos 20 años sobre la enseñanza de las ciencias, ha emanado la necesidad de considerar tanto la experiencia de los niños como sus concepciones o ideas previas en torno a fenómenos de la naturaleza, como puntos de partida para la generación de estrategias de enseñanza; inclusive se ha puesto de manifiesto la concepción constructivista, que entre otras cosas, privilegia las actividades experimentales entre otras (Ausubel, y otros 1993). Se insiste en que el alumno debe acercarse, lo más posible, al conocimiento científico, de tal manera que sea capaz de utilizarlo en su vida cotidiana y así ampliar su concepción del mundo. Así mismo, se debe poner en conflicto lo que se piensa por medio de actividades apropiadas. Sin embargo por diversas razones, en la enseñanza de las CN, particularmente en el trabajo en el aula, estas ideas no se han aplicado.



Este trabajo consta de tres partes, en la primera de ellas se plantean los principales problemas y mitos detectados en la Enseñanza de la CN en educación básica, enfatizando que en la práctica docente se minimiza la utilización de las actividades experimentales; en la segunda se desarrolla una propuesta teórico-metodológica de enseñanza de las CN, la cual se fundamenta en la reflexión sobre el uso de las actividades experimentales, reconociendo las bondades de estas para fomentar el ingenio, la creatividad y la imaginación, y para propiciar el aprendizaje y la construcción de conocimiento científico, coadyuvando a comprender mejor el mundo que nos rodea. En la tercera parte se describe y propone la aplicación de una actividad experimental, que puede ser desarrollada con niños de educación primaria, esta vez será desarrollada por los participantes en el encuentro.

Esta actividad experimental (diseñada para la formación de habilidades de planeación didáctica) con profesores de educación primaria, tiene como propósito resolver algunos problemas y mitos detectados en la enseñanza de CN.

Por otra parte, como no se pretende encausar el trabajo en metodologías rígidas e incuestionables, se propuso a los profesores construir sus propias estrategias para desarrollar temas de CN por medio de la experimentación en situaciones de aprendizaje que estimulen en los alumnos la expresión de sus ideas iniciales, su curiosidad y reflexión para que construyan su propio conocimiento y sean capaces de relacionarlo y utilizarlo en su vida cotidiana.

1.2.1. Problemas y Mitos en la Enseñanza de las CN en Educación Primaria

Las creencias que tienen los profesores acerca del conocimiento científico con frecuencia puede representar verdaderos obstáculos en el desarrollo de su práctica docente (Porlán y Martín del Pozo, 1996) Por ello es importante tomarlas en cuenta durante el proceso de enseñanza de las CN.

Profesores de educación primaria han dicho que los principales problemas en la enseñanza de las CN son (Calixto y Bonilla, 1994):

- La enseñanza de la ciencia se ha convertido en una acumulación de información dentro del aula, ya sea memorizando y repitiendo, o copiando la información, sin ninguna relación con la vida diaria.
- El desconocimiento por parte de los docentes de los saberes de los alumnos acerca de las CN durante la preparación de las clases.
- La carencia de apoyos didácticos.
- El predominio de la verbalización en las clases, por parte de los docentes, fomenta la pasividad y dependencia de los alumnos.
- No se considera la posibilidad de que los alumnos adquieran conocimientos a partir de la realidad en que se encuentran.
- Los planes y programas no responden a las necesidades individuales y sociales, o bien existe dificultad en el desarrollo de los nuevos planes y programas de estudio debido a la falta de capacitación de los docentes.
- La enseñanza de las CN no tiene incidencia sobre lo que los alumnos piensan ni sobre lo que hacen en su vida diaria.



A esto se suma lo que Calixto (1996b), llama las causas de que estas creencias se mantengan, a estas causas él les llama MITOS que influyen en la práctica docente de los profesores de CN en educación primaria:

- Existen conocimientos exclusivos de un grupo de personas – los científicos –, los cuales son inaccesibles para los demás.
- Los conocimientos científicos son permanentes y tienen mayor valor si se originan en los países del primer mundo.
- Los conocimientos más importantes son aquellos que se adquieren de la lectura de los libros y revistas científicos.
- El método científico es absoluto y secuencial.
- Es más importante el aprendizaje de los conceptos.
- El trabajo teórico debe prevalecer sobre el trabajo práctico.
- No todos los estudiantes tienen la capacidad para aprender ciencias.

Estos mitos se construyen a lo largo de su formación como profesores, son asimilados por los docentes y transmitidos como verdades a los alumnos. Sin embargo, las causas de los problemas de la enseñanza de las CN, no son sólo atribuibles a los profesores, quienes por lo general – y a pesar de todas las dificultades que se les presentan – tratan de desarrollar en forma adecuada su labor docente. Las causas se encuentran presentes en gran medida en los programas de formación y actualización magisterial; en los programas de estudio con los que se trabaja, ; en las prioridades de las políticas educativas del momento; en la poca capacidad que tienen los profesores de influir en las decisiones de políticas educativas; en la relación vertical que se establece entre las distintas autoridades educativas y la escuela y en el medio social, renuente a valorar las bondades de aprender CN sin considerar las limitaciones y ataduras en que se encuentra el desarrollo científico y tecnológico del país. Por eso se dificulta la relación del trabajo científico con la educación básica. De tal manera que las CN se llegan considerar de poco interés, propias de especialistas y difíciles de aprender.

1.2.2. ¿Por qué no se incluyen actividades experimentales en la enseñanza de las CN?

Durante el proceso de enseñanza de las CN no se considera a las actividades experimentales como algo relevante en la construcción del conocimiento científico. Esto se debe a diversos factores, tales como la falta de una metodología didáctica que conjugue teoría y experimentación de una manera eficaz; la dificultad que representa para los docentes diseñar, encontrar y aplicar actividades experimentales en sus clases de CN, ya sea por la falta de conocimiento de las actividades experimentales, o por no contar con los materiales, el mobiliario y espacio adecuados, etc.

Por otra parte, cuando las actividades experimentales son consideradas y se realizan en las clases de CN, se limitan a ejercicios prácticos, de ilustración o para la verificación de la información que viene dada en el libro o por el maestro (Candela, 1993), lo cual trae como resultado que al alumno se le niegue la posibilidad para desarrollar una actitud científica.



Los experimentos del libro están diseñados de tal forma que no permiten opciones alternativas, las preguntas están diseñadas para que el alumno responda lo esperado, de otra manera se considera errónea su respuesta; tampoco se da la opción para que el propio alumno elabore su cuestionamiento y por tanto no se propicia un análisis de lo observado en los experimentos.

Así mismo, los cursos no incluyen experimentos en los que el alumnado pueda identificar y definir un problema, proponer procedimientos, recoger e interpretar resultados o tomar alguna decisión. Esto lleva al desconocimiento, por parte del profesor, del pensamiento y las ideas de sus alumnos. Los profesores argumentan, además, que no tienen otras opciones debido al tiempo tan corto destinado a las clases de CN y a que los grupos son muy numerosos.

Daniel Gil (1993), afirma que la experimentación es un factor básico en la enseñanza de las ciencias y entre otras cosas propone:

Prestar atención a esta idea de buscar en la metodología científica y en la realización de abundantes trabajos prácticos, la solución a las dificultades en el aprendizaje de las ciencias y las actitudes negativas que dicho aprendizaje genera (...)

No se trata de incluir en la clase de CN actividades experimentales sin ningún fundamento teórico, sino de que se reconozcan sus bondades y mediante ellas se propicie una actitud positiva hacia la ciencia, de tal manera que se genere la construcción de conocimiento científico, erradicando así las prácticas tradicionales de memorización y mecanización de conceptos y leyes que el alumno olvida al salir de la clase y que no tiene posibilidad de relacionar con su entorno.

Por tanto, se propone combinar dos estrategias, la primera que permita aclarar ciertos conceptos o leyes generales con base en experimentos “tradicionales”, por ejemplo los del libro de texto, y la segunda, buscar que el alumno construya sus conocimientos a partir de contrastar sus propias ideas con los resultados de experimentos sencillos – que inclusive el mismo alumno pueda sugerir de acuerdo con sus inquietudes.

1.2.3. Bondades de las Actividades Experimentales

La experimentación para la enseñanza es distinta a la que se realiza en la investigación científica, ya que no es posible pretender que se realice en cada caso el extenso proceso que conduce al científico a un descubrimiento o a la formulación de una ley, y que muchas veces le ocupa la mayor parte de su vida. Por eso, los experimentos efectuados con fines didácticos tienen siempre el carácter de una verificación mediante el redescubrimiento, la inducción o la comprobación (Arcá M. y otros 1990).

En la enseñanza de las CN, las actividades experimentales son las que:

- a. Posibilitan al alumno para obtener experiencias que le permitan desarrollar el pensamiento científico.
- b. Propician la adquisición del conocimiento teórico-metodológico que ayudan al mejoramiento del aprendizaje de las CN.
- c. Facilitan que el maestro pase de ser un transmisor de conocimiento a un guía y apoyo durante la clase de CN.



- d. Permiten al profesor reflexionar sobre la forma en que el niño investiga y adquiere conocimientos.
- e. Sirven para que los alumnos verifiquen sus explicaciones y extraigan conclusiones de sus pequeñas investigaciones, de tal manera que vayan construyendo su propio aprendizaje.
- f. Promueven en los alumnos la capacidad de discernimiento y fundamentación.
- g. Generan un sentido crítico en los educandos.
- h. Crean el hábito de tratar de dar explicaciones a los hechos.
- i. Despiertan la curiosidad y proporcionan mayor capacidad de observación.
- j. Propician que los educandos cuestionen su entorno natural y social.

En resumen, en esta propuesta de estrategia de enseñanza se enfatiza la relevancia que tiene el que los alumnos desarrollen actividades experimentales en clase; que se investigue más acerca de cómo piensan; que se creen situaciones problematizadoras en las cuales se pongan en duda los conocimientos ya generados; que se confronten las preconcepciones de los alumnos; que se reconozca la relación de las CN con la vida cotidiana, ya que estas permiten conocer y explicar mejor el mundo que nos rodea, y que los docentes sean capaces de confrontar su propia práctica, identificando las actividades que han favorecido o no, los aprendizajes propuestos en sus estrategias.

Pongo en práctica lo aprendido

- a. ¿Cómo entiendo la diferencia entre mitos y problemas detectados en la Enseñanza de la CN?
- b. Calixto y Bonilla, (1994), investigaron con profesores mexicanos de primaria los principales problemas en la enseñanza de las CN, en el siguiente cuadro se muestran dichos problemas, examino cada uno de ellos y valoro si son o no comunes a la experiencia docente nicaragüense y si el mismo es común, procedo a ejemplificar la manera concreta en que se manifiesta en mi realidad.

Problema en la enseñanza de las CN	¿Es común?	¿Cómo se hace vigente?
Acumulación de información dentro del aula		
Desconocimiento de los saberes de los alumnos acerca de las CN		
Apoyos didácticos		
Clases muy teóricas		
Los planes y programas de estudio		
Capacitación de los docentes		
Poca relación con la vida diaria		

- c. Luego de leer reflexivamente sobre los acápites que tratan: *Por qué no se incluyen actividades experimentales en la enseñanza de las CN?*; y *Bondades de las Actividades Experimentales*; elaboro una síntesis que muestre los

aspectos que no se pueden pasar por alto en una clase de ciencias naturales con experimentos.

d. La aplicación de una actividad experimental como estrategia de enseñanza

En este trabajo se proporciona como alternativa didáctica la realización de una actividad experimental, demostrando que enfrentar a los niños a situaciones problematizadoras que cuestionan sus ideas iniciales o presentan un reto a resolver, los obliga a buscar respuestas. Esta estrategia además de motivar el interés de los y las participantes, da oportunidad al profesor de conocer el nivel de comprensión que tiene sus alumnos sobre el tema, permitiéndole orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conocimientos científicos.

Para mostrar el manejo de una actividad experimental se desarrollará en este encuentro una experiencia titulada: *Las bombas de chicle*; fue elaborada por la Dra. Nahieli Greaves Fernández y el Dr. Luis Jiro Suzuri Hernández, (equipo de científicos investigadores de la Academia Mexicana de Ciencias, 2011).

LAS BOMBAS DE CHICLE

Orientaciones previas

- Formen equipos de 5 personas.
- Discutan en equipo: (5 min)
 - ¿Qué es el chicle?
 - ¿De qué está hecho?
 - ¿Por qué hace bombas?
- El Problema...

Ustedes son los encargados de investigación de alimentos y trabajan en una fábrica de chicles.

- Hay quejas de que los chicles están haciendo bombas muy chiquitas
- La Misión:



Presentar ante la gerencia de producción de una manera específica ¿cuáles son los factores que determinan la facilidad y el tamaño con que se puede hacer una bomba de mascar?

- Para el planteamiento de sus hipótesis, en equipo, en la siguiente tabla registrenlas (15 minutos).



No.	Hipótesis
1.	
2.	
3.	
4.	

- Definición de variables

Hipótesis	Variable independiente	Variable dependiente	Parámetros fijos
1.			
2.			
3.			
4.			

Resultados: Diseñen una tabla para presentar los resultados de su investigación. También pueden hacer gráficos.

- Diseño del Experimento (10 minutos):

Con los materiales proporcionados, diseñen un experimento para probar una de sus hipótesis:

Chicles, reglas, hilo para tejer, vasos de plástico transparente, agua caliente, balanzas, reloj con segundero, limones, vinagre, bicarbonato de sodio, papel pH, cucharitas de plástico, hielo, azúcar, esplenda y sal.

- Realicen el experimento y registren sus resultados (30 minutos).
- Conclusiones (15 minutos).
Compartan brevemente sus conclusiones con el grupo.
 - ¿Se cumplió su hipótesis?
 - ¿Con qué dificultades se toparon?
- Un representante del grupo expone sus conclusiones:
Hipótesis probada
Cómo la probaron
Dificultades

Los propósitos educativos de esta actividad experimental, para el caso de niños, pueden ser: revisar y comprender propiedades físicas de la materia como los sólidos en su relación con la temperatura; desarrollar capacidades como: la observación, la indagación y la reflexión, y generar actitudes positivas ante el aprendizaje de los conocimientos científicos que permitan relacionarlos con su entorno.



Para el caso de los profesores fueron: resolver algunos de los problemas y mitos frecuentemente detectados en la enseñanza de las CN, como por ejemplo la creencia de que la falta de material y equipo de laboratorio impide la realización de experimentos; que es muy problemático diseñar, encontrar y aplicar actividades experimentales en clase; que los conocimientos científicos son difíciles de entender y enseñar, etc. Adicionalmente con esta propuesta se pretendió que los profesores se percaten de que mediante el uso de las actividades experimentales, las clases de CN pueden ser agradables y divertidas.

Sin embargo, es importante reflexionar que no es la actividad en si misma lo que va a propiciar situaciones de aprendizaje, sino el manejo que el maestro o la maestra hagan de las ideas que surjan de los alumnos durante el desarrollo de la actividad experimental.

Finalmente, el uso de actividades experimentales en la enseñanza de las CN desarrolla el ingenio, la creatividad y la imaginación, propicia la investigación, desencadena inquietudes y promueve una actitud positiva hacia la ciencia, lo que redundará en un buen desarrollo de los aprendizajes y la construcción del conocimiento científico, coadyuvando a entender mejor el mundo que nos rodea.



Aplico lo aprendido a mi contexto educativo

Selecciono un tema del libro de texto de CN de mi grado, en el cual se oriente un experimento; y con base en él elaboro un pequeño guión para que mis alumnos investiguen experimentalmente un concepto, desde la perspectiva examinada en este acápite. Al final del guión escribo conclusiones que incluyan: Aprendizajes y Obstáculos en la realización de la tarea, más la bibliografía consultada.

1.3. La Evaluación como estrategia para enseñar y aprender ciencias³



Examino mis saberes y experiencias previas

A continuación hay un conjunto de frases que en algún momento escuchamos entre educadores: Examino cada uno de ellas y luego comento si estoy o no de acuerdo con las mismas.

Frase examinada	Comentario
<i>Lo más adecuado para que un docente de Ciencias Naturales realice la evaluación es al final de la clase, porque los alumnos ya tuvieron la oportunidad de reflexionar y estructurar sus ideas y pueden responder las preguntas con conocimientos más sólidos.</i>	
La enseñanza está muy influida por la forma en que el profesorado enseña y cómo evalúa y califica los aprendizajes promovidos.	

³ Adaptación de: Sanmartí Puig N.(2002), Paidós Educador, Barcelona, España.



Yo pienso que ahora que tenemos tanto muchacho en las aulas, debemos enseñarlos a evaluarse ellos mismos y entre ellos, así el profesor podrá atender mejor otros aspectos del aula.	
Yo pienso que en general, al inicio de una clase sólo unos pocos estudiantes reconocen su finalidad, eso afecta los resultados del aprendizaje y también los resultados de la evaluación, porque el niño no sabe en que enfocar su atención y deseo de aprender.	
<i>El éxito escolar de Jaimito es porque cada vez que avanza en su tarea, me pregunta si va bien, es un niño que siempre atiende mis orientaciones, solo de esa manera él puede avanzar bien.</i>	

1.3.1. Enseñar, aprender y evaluar: tres procesos inseparables

Hay una amplia bibliografía sobre las relaciones entre enseñar y aprender. Sin embargo, tradicionalmente, la evaluación se ha considerado como una actividad independiente, cuya función era sólo la de comprobar y certificar aquello que se ha aprendido.

Sin embargo, desde un punto de vista constructivista, el aprendizaje admite superar las concepciones alternativas, los obstáculos y, en general, las dificultades de todo tipo que el que aprende encuentra cuando intenta reconstruir personalmente un determinado conocimiento. Para ello es necesario evaluar (autoevaluar) constantemente, es decir,

- Detectar dichas dificultades, reconocerlas;
- Emitir juicios sobre posibles causas y sobre las formas de superarlas; y
- Tomar decisiones y ponerlas en práctica.

En el aprendizaje científico, la autoevaluación es fundamental. La construcción de dicho tipo de conocimiento requiere establecer relaciones coherentes entre los hechos del mundo observados y el modelo ideado para explicarlos. Aprender implica reconocer posibles incoherencias, tanto las debidas a la forma de «ver» el mundo como las debidas a la de conceptualizarlo. Los científicos están evaluando constantemente la calidad de sus datos y la de las interpretaciones elaboradas y el mayor placer lo sienten cuando reconocen que las «piezas encajan». Para que los estudiantes puedan disfrutar de la ciencia también deben aprender a evaluar si encajan coherentemente sus ideas y a trabajar con los demás para encontrar, cooperando, vías de «encaje».

Por ello, aprender ciencias tiene poco que ver con saber repetir adecuadamente aquello que está escrito en los libros de texto o intentar encontrar el número esperado por el profesorado al «solucionar problemas» que no son problemas. Cuando se concibe enseñar y aprender ciencias desde este último punto de vista, la evaluación es temida porque sólo es vista como la concreción del «poder» de los «expertos» con la finalidad de seleccionar y clasificar a los estudiantes. Se fundamenta en la competitividad, por lo que sólo es gratificante y útil para los que obtienen buenos resultados.



Sin embargo, es interesante constatar que uno de los aspectos en el que se diferencian los alumnos que tienen éxito escolar de los que fracasan es precisamente el de su capacidad para autoevaluarse, su autonomía. Los primeros disfrutan enfrentándose a los retos que les plantea la superación de sus dificultades, de las que generalmente son conscientes. Cuando leen un texto, cuando interpretan experimentos, cuando explican algo, saben reconocer si en su trabajo hay incoherencias y errores, estos últimos son los puntos de partida para aprender. Y la escuela es fundamentalmente el lugar donde encontrar ayudas para superarlos.

En cambio, los segundos empiezan por no saber reconocer dichas dificultades y pocas veces saben si el resultado de su trabajo es coherente. Dependen del adulto para evaluar la calidad de sus trabajos y se podría decir que han renunciado a pensar autónomamente. La escuela es el lugar donde alguien decide si lo que hacen o dicen es correcto o no. Algunos de ellos pueden llegar a aprobar la asignatura, pero no a disfrutar con su aprendizaje.

No discutiremos aquí si estas diferencias se deben a condicionamientos genéticos o ambientales. Sí, en cambio, nos plantearemos qué hacer para desarrollar la capacidad de todo el alumnado para autoevaluarse y cómo conseguir que la evaluación se convierta en un motor del proceso de aprendizaje y de enseñanza, gratificante y útil para estudiantes y profesores (López, 1991) (véase la figura 1).

1.3.2. El error, algo necesario para aprender

Generalmente el «error» se tiende a considerar como algo negativo en la escuela, algo que el alumnado aprende a ocultar para no ser penalizado. Sin embargo, el error es el punto de partida para aprender. Si leyendo un texto o escuchando una explicación asimiláramos completamente lo que el experto ha intentado comunicarnos, no sería necesaria la escuela. Pero la realidad nos muestra lo contrario. Cada persona construye sus propias ideas a partir de sus percepciones y de las interacciones con otros y, para llegar a compartir el conocimiento científico elaborado a lo largo de siglos, se requiere superar obstáculos de todo tipo y concepciones alternativas.

Este proceso es, al mismo tiempo, el fundamento del desarrollo cultural de la humanidad. A diferencia de otras especies, los niños y las niñas no aprenden repitiendo miméticamente (por imitación), los conocimientos de los adultos, sino reconstruyéndolos. Ello permite que el proceso de apropiación de dichos conocimientos sea largo y laborioso como que en el camino se generen nuevas ideas y nuevas formas de actuar. Los «errores» son algo normal, incluso necesarios en la evolución del conocimiento.



¿QUE ENTENDEMOS POR EVALUACION-REGULACION?

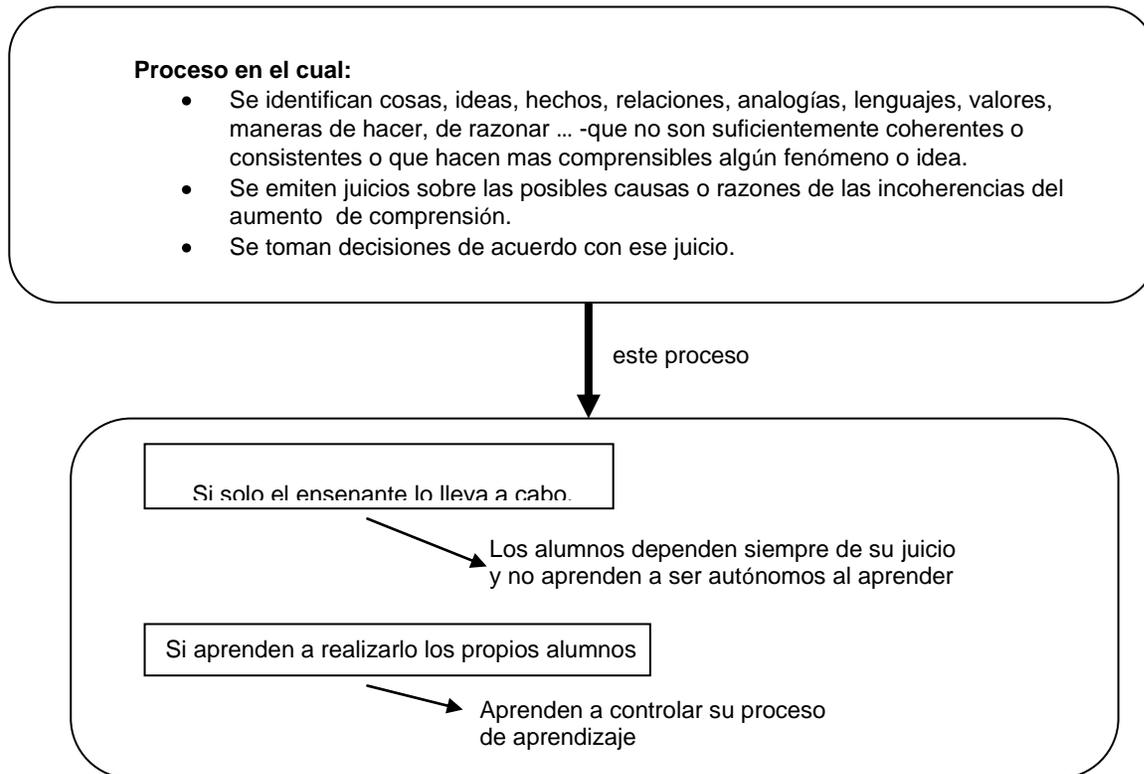


Figura 1

Las causas de las dificultades o «errores» del alumnado (o de toda persona que aprende) pueden ser muy variadas. En el aprendizaje científico parece que son consecuencia, fundamentalmente, de la forma en que percibimos los hechos (de la experiencia), de las ideas transmitidas culturalmente (a través de la familia, medios de comunicación, escuela), de las formas de razonamiento utilizadas (cómo nuestro cerebro «trabaja» en situaciones cotidianas), de las formas utilizadas para comunicarnos (el lenguaje verbal y de otro tipo) y de nuestros propios valores, actitudes y sentimientos hacia dicho aprendizaje (véase la figura 2).

Para enseñar, el profesorado puede plantear preguntas o problemas estimulantes, promover la realización de experiencias y observaciones, dar explicaciones sobre cómo se justifica el fenómeno estudiado desde la ciencia, utilizar modelos, maquetas, recursos audiovisuales o informáticos que faciliten la comprensión, estimular la lectura de textos instructivos... Pero, en general, estos procedimientos de enseñanza, por sí solos, no aseguran unos buenos resultados. A menudo los estudiantes o bien adaptan las nuevas informaciones a sus ideas anteriores, es decir, a sus formas de mirar, de razonar, de hablar o de sentir, o bien son capaces de repetir las en exámenes, pero las olvidan fácilmente.

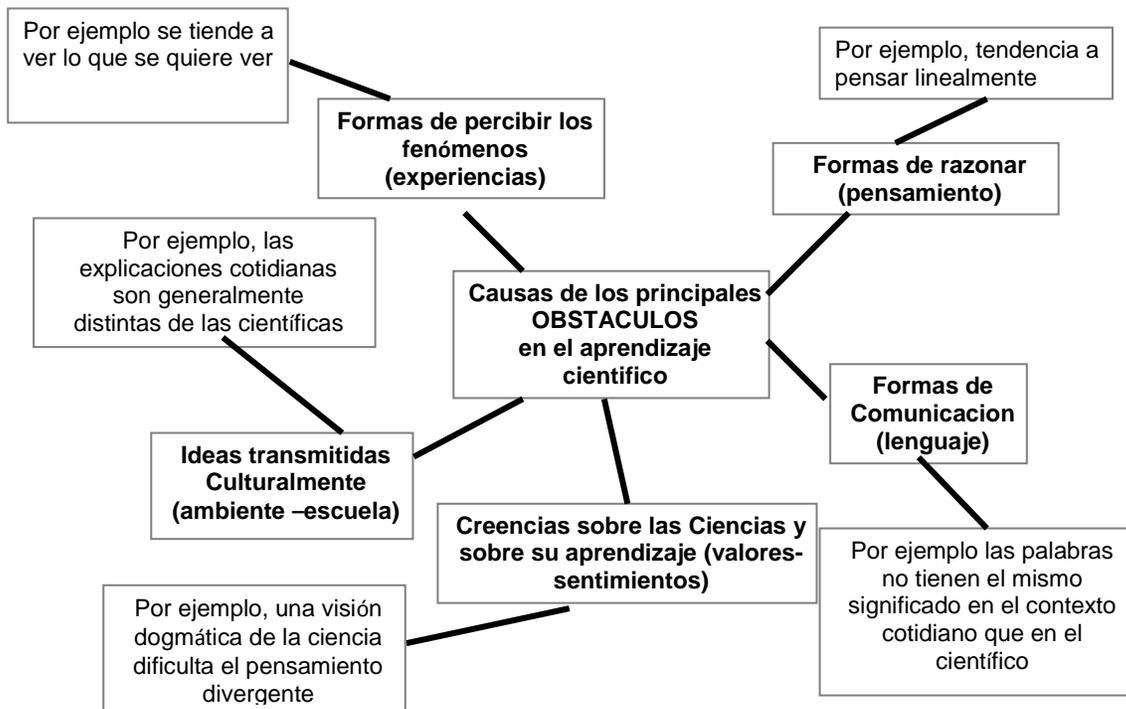


Figura 2

Por ejemplo, en una clase de ciencias se planteó un problema sobre la ocurrencia de dos eventos A o B, la mayoría de los estudiantes predijeron que el fenómeno que iba a ocurrir era B, luego la profesora les propuso la realización experimental para que comprobaran sus predicciones. En las dos ocasiones que se realizó el experimento ocurrió el evento A. Solo el 10% del grupo de alumnos predijo la ocurrencia de A. El resto continuó afirmando que ocurría el evento B porque algo no funcionaba bien en el dispositivo del evento B. Al preguntarles si era lo que habían observado realmente, los estudiantes afirmaban que no, pero que seguramente era debido a que técnicamente *los materiales de B o el que había preparado el experimento había procedido mal*, etc. Es decir, la experimentación por sí sola no ha cambiado sus concepciones, no les ha permitido identificar su «error». Por ello, se podría afirmar que la parte más importante de la clase, la que realmente posibilita aprender, empieza en este momento, cuando se evalúan los distintos puntos de vista a partir de contrastarlos entre sí y hará falta introducir la explicación del profesorado.

La investigación en didáctica de las ciencias ha puesto de manifiesto que este hecho no es un caso aislado. En consecuencia, una de las hipótesis de trabajo actual en los estudios sobre la enseñanza de las ciencias considera que, para que tengan lugar aprendizajes significativos, los estudiantes deben aprender a reconocer sus ideas, detectar similitudes y diferencias con las nuevas introducidas en el aula, identificar posibles causas de dichas diferencias y tomar decisiones acerca de qué aspectos se deberían cambiar, es decir, deben aprender a autoevaluarse y autorregularse.

Para aprender ciencias, un estudiante deberá identificar en que aspectos sus ideas no son consistentes con los datos experimentales o con los modelos científicos actuales y



sobre todo deberá reconocer el por qué de las dificultades o incoherencias que detecta y por qué sus argumentos no convencen. Y un enseñante que quiera ayudar a sus estudiantes en este proceso de aprendizaje deberá promover esta evaluación y facilitar la aplicación de estrategias regulativas. En otras palabras, la evaluación del profesor debería, fundamentalmente, facilitar la autoevaluación del alumnado (véase la figura 3).

La evaluación y la autoevaluación tienen, pues, la función de motor del aprendizaje. Sin autoevaluación de los aciertos y de los errores no habrá progreso. Y sin evaluación de las necesidades del alumnado no habrá tarea efectiva del profesorado. Por ello, se puede afirmar que enseñar, aprender y evaluar son, en realidad, tres procesos inseparables.

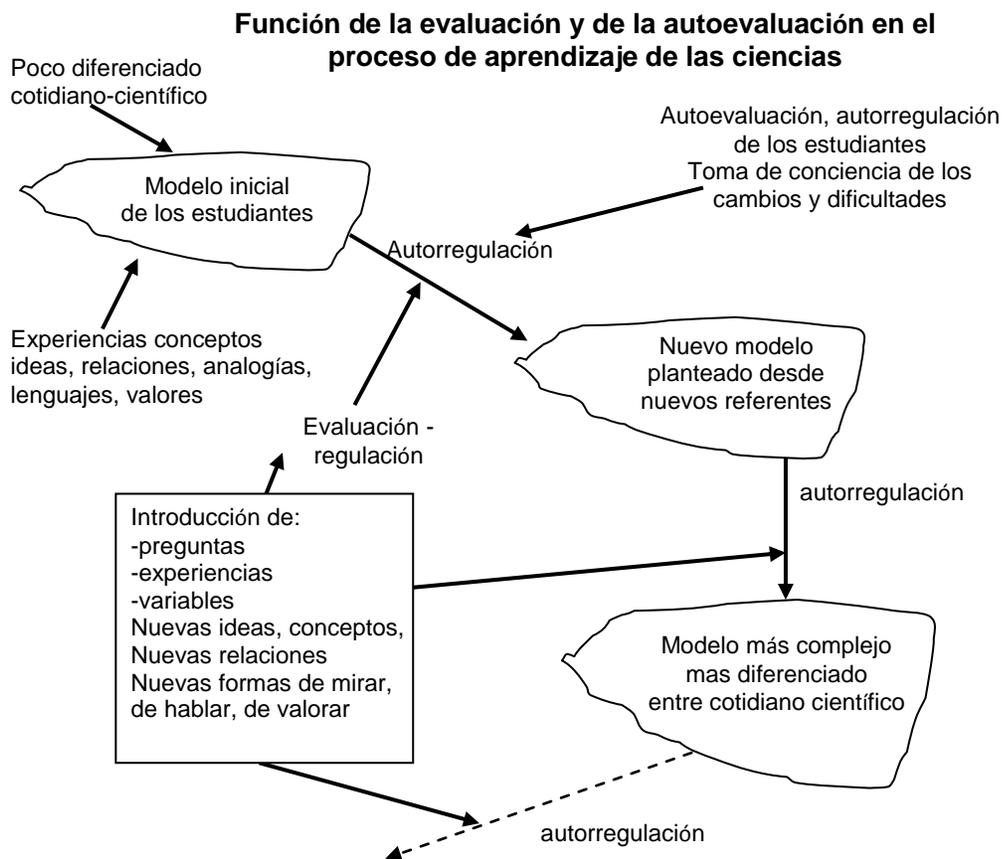


Figura 3

1.3.3. Necesidad de ayudar a los estudiantes a construir un sistema efectivo de autorregulación

Cada individuo construye su propio sistema personal para aprender y lo va mejorando progresivamente. Dicho sistema está muy influido por la forma en que el profesorado enseña y cómo evalúa y califica los aprendizajes promovidos. La mayoría de los estudiantes desarrolla sistemas de aprender poco útiles, basados en la memorización más que en la comprensión y, sobre todo, muy poco autónomos. El estudiante necesita que el enseñante (o libro de texto) diga exactamente aquello que después se deberá reproducir en el examen y es muy poco capaz de reconocer cuándo está haciendo algo bien o no.

En cambio, para que el alumnado sea capaz de autoevaluarse se debería promover, forzosamente, la construcción de un sistema efectivo de autorregulación y que adquieran la mayor autonomía posible. Como hemos indicado, autonomía es, precisamente, una de las principales características de los estudiantes que tienen éxito escolar o de los expertos en una determinada materia.

Los alumnos que aprenden son fundamentalmente aquellos que saben detectar y regular ellos mismos sus dificultades y pedir y encontrar las ayudas significativas para superarlas. Estos alumnos y alumnas plantean cuestiones del tipo: *¿Por qué he de hacer este trabajo, para qué sirve?* (preguntas relacionadas con los objetivos de la tarea); *¿Después de hacer tal cosa, he de hacer esta otra?, ¿Si utilizo este otro método creo que también obtendré buenos resultados!* (preguntas y reflexiones relacionadas con la anticipación y planificación de la acción); *¡Este resultado no me lo esperaba! ¡Seguramente me he equivocado en esta parte!, En este apartado del trabajo ya no sé cómo continuar: ¿me puedes orientar?* (preguntas y reflexiones relacionadas con los criterios de evaluación). Son preguntas que permiten reconocer y superar dificultades y, por ello, se puede afirmar que el tiempo de estudio de estos estudiantes es muy rentable.

Si comparamos este proceso con el que tiene lugar cuando un equipo de científicos está trabajando en algún problema nuevo de investigación, podemos reconocer su similitud: su investigación está guiada claramente por unos objetivos (aunque pueden cambiar a lo largo del trabajo); planifican distintas estrategias y escogen la que consideran más apropiada; anticipan qué resultados esperan encontrar y son capaces de controlar si aquello que van generando es coherente con los objetivos iniciales y con los resultados esperados; y, cuando se encuentran con obstáculos, reconocen si deben revisar toda o parte de la programación prevista, identifican las ayudas que necesitan y a quien pedir las, etc.

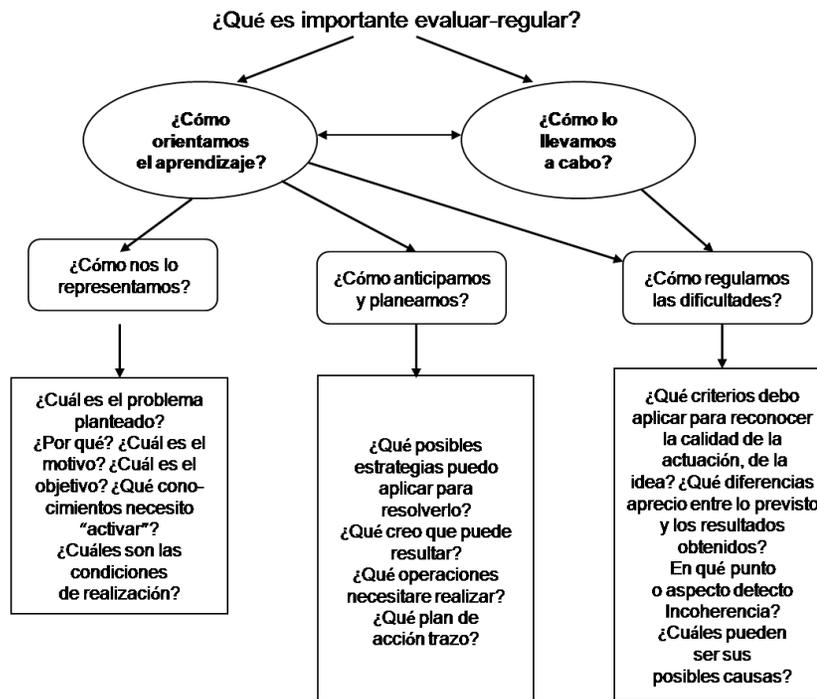


Figura 4



¿Qué sucede, en cambio, con los alumnos que no aprenden? Generalmente no saben qué están aprendiendo ni por qué hacen un determinado tipo de actividades, ya sea en el aula, ya sea en el laboratorio; sólo son capaces de hacer aquello que el enseñante les dice o lo que el libro les propone y nunca tienen criterios para evaluar si los resultados que obtienen son coherentes con los objetivos de su trabajo.

Por ello, de acuerdo con Nunziati (1990), será importante que el profesorado y los mismos alumnos sepan evaluar si (véase la figura 4):

- a) Identifican los motivos y los objetivos de las actividades de aprendizaje, es decir, si pueden responder a cuestiones como: ¿Por qué se debe realizar una determinada actividad? ¿Qué se quiere conseguir?
- b) Anticipan y planifican las operaciones necesarias para llevarla a cabo, es decir, si pueden responder a cuestiones como: ¿qué estrategia o estrategias se pueden adoptar para resolver la situación planteada?, ¿cuál es el resultado esperado de cada operación?
- c) Identifican los criterios de evaluación, es decir, si pueden responder a cuestiones como: ¿realizo las operaciones tal como había previsto?, ¿los resultados obtenidos son los esperados?, ¿qué se debería cambiar y por qué?

En general, el profesorado conoce la respuesta a todas estas preguntas con relación a las actividades de aprendizaje que propone, pero ello no es compartido por la mayoría del alumnado, lo que hace necesario promover un proceso de comunicación que facilite que todos los estudiantes se apropien de este conocimiento y sean capaces de representarse el trabajo que han de realizar y de autorregular su realización (Jorba y Sanmartí, 1994).

- *Evaluar y regular las representaciones con relación a los objetivos de aprendizaje*

Habitualmente, en el contexto de aprendizaje escolar, el profesorado propone unas actividades y los alumnos las ejecutan. El que enseña sabe por qué propone dichas actividades y qué relación hay entre unas y otras. Pero pocos entre los que aprenden se representan adecuadamente dichas finalidades. Tal como indican Osborne y Lasker (1991): *El fin percibido por el alumno respecto al trabajo no es el que percibe el profesor.*

Sería poco imaginable que una persona dedicada a generar conocimiento científico pudiera llegar a desarrollarlo sin representarse adecuadamente qué está buscando, qué persigue al experimentar, al leer un texto de otros autores o al discutir con otros colegas. Pero, en cambio, los alumnos realizan experiencias sin saber cuál es su objetivo (o persiguiendo objetivos distintos de los del enseñante), leen textos para memorizarlos sin entender por qué son importantes con relación al aprendizaje propuesto y muy pocas veces discuten con los compañeros acerca de sus ideas.

Así pues, si se requiere conseguir una enseñanza eficaz, conviene que los estudiantes sean conscientes de lo que van a aprender y de por qué se proponen determinadas actividades. Conseguir que el alumnado y profesorado lleguen a compartir las finalidades de un trabajo no es un proceso fácil. De hecho, se puede



afirmar que, cuando se comparten totalmente los planteamientos, es que ya se ha aprendido. Es importante, en el campo del aprendizaje científico, que la enseñanza parta del planteamiento de cuestiones que se transforman en problemas para el alumnado y que despierten su curiosidad o sus ganas de resolverlos. Pero es más, también debe llegar a reconocer que las actividades que llevan a cabo sirven para resolverlos.

En la clase hay diversidad de motivaciones y de representaciones. Lo que es un problema para unos no lo es para otros. Y las actividades que para unos son coherentes para aprender no lo son para otros. Muchas veces, el problema del profesorado es conseguir que algo que desde el punto de vista de la ciencia es importante de enseñar se convierta en un problema interesante para los alumnos, lo reconozcan y lo compartan.

Por ejemplo, ¿cómo llegar a compartir con los alumnos que los «cambios físicos y químicos de los materiales» o de «la célula como unidad de estructura y función» pueden ser temas relacionados con su contexto y, además, interesantes? Ello nos lleva a reconocer que la comunicación y apropiación de los objetivos pueden ser, en sí mismas, unos objetivos de enseñanza y de aprendizaje y, por tanto, algo que regular.

En general, al inicio de un tema o en el momento de realizar una determinada actividad, el profesorado comunica cuál va a ser el objeto de estudio. Pero estos objetivos pocas veces resultan significativos para el alumnado, al formularse desde la lógica del experto. Por ejemplo, el guión de un trabajo práctico habitualmente se inicia refiriéndose a los objetivos del mismo, pero esta parte del guión no es leída y todo profesor de ciencias sabe que pocas veces los alumnos preguntan por qué han de hacer esta actividad o qué aprenderán con ella. Por ello, el trabajo experimental se convierte en una manipulación sin demasiado sentido (o con un sentido alternativo) y no es significativo para el aprendizaje.

En general, al inicio de un proceso de aprendizaje sólo unos pocos estudiantes reconocen su finalidad. Las representaciones se van regulando a medida que se llevan a cabo las diferentes actividades, pero, para que ello se pueda producir, tanto alumnos como enseñantes deben evaluar dichas representaciones y su evolución.

Un ejemplo de una actividad orientada a evaluar-regular la representación de los objetivos aplicada en el aula es la reproducida en el cuadro 1.



¿Qué hemos aprendido esta semana? ¿Cómo lo hemos aprendido?

Los estudiantes habían realizado un conjunto de actividades orientadas a conceptualizar los distintos tipos de cambios que se observan en los residuos producidos en las casas. La profesora tenía como objetivos, por un lado, que los estudiantes distinguieran entre cambios físicos y químicos y, en estos últimos reconocieran que la velocidad de reacción puede ser muy distinta. Por otro lado, pretendía capacitarlos para realizar una recogida selectiva de residuos adecuada y para que tomaran conciencia de la necesidad de reducirlos al máximo. Otro aspecto en el que quería incidir era en el de aprender a diseñar una investigación para comprobar una pregunta.

La profesora pidió que cada alumno escribiera, en tres papeles de color blanco tres objetivos y, en un papel de color azul, cómo los habían aprendido.

Posteriormente se mezclaron los papeles y cada grupo escogió al azar 12 de color blanco y cuatro azules y, después de leerlos, tuvo que discutir, cuales le parecían que mejor describían lo aprendido y cómo y redactar una nueva versión del grupo. Posteriormente, la profesora les dio una copia de sus objetivos y metodología para que los contrastaran. Al final se realizó una puesta en común, en la que se valoraron los resultados.

Es interesante constatar que los estudiantes quedaron sorprendidos de la diversidad de punto de vista que salieron. Todos habían hecho lo mismo y cada uno creía que había aprendido cosas distintas. También reconocieron que era importante explicitar adecuadamente lo que se está aprendiendo. Por ejemplo no es lo mismo decir que hemos aprendido qué es un cambio químico que decir que hemos aprendido que en los cambios químicos las sustancias finales son distintas de las iniciales. Otro en los aspectos que se tuvo que insistir es en el de que los estudiantes se refirieron muy poco a objetivos actitudinales y mucho menos a los procedimentales.

Cuadro 1

- *Evaluar y regular la capacidad de anticipar y planificar las operaciones necesarias para llevar a cabo una tarea.*

Otra de las características de los estudiantes que obtienen éxitos escolares y de cualquier experto en una materia, es la capacidad de representarse mentalmente las operaciones que ha de realizar para resolver problemas, diseñar una investigación o aplicar modelos o teorías a la interpretación de fenómenos. Pero la mayoría del alumnado no lo puede hacer sin la ayuda del enseñante y, generalmente, necesita aprender no sólo a anticipar y planificar su acción, sino también a evaluar si lo está haciendo adecuadamente.

Un estudiante es novato en casi todos los objetos de aprendizaje en la clase de ciencias. Por ejemplo, cuando se aprende a responder a preguntas como: « ¿Por qué vemos los objetos?, ¿qué es la luz?, ¿cómo funciona el ojo humano? O ¿cómo debemos actuar para leer sin perjudicar el sentido de la vista?», puede que los estudiantes deban aprender a diseñar experimentos, a dibujar o leer diagramas, a buscar y leer textos informativos, a identificar y comparar distintos modelos explicativos, etc. Cada uno de estos conocimientos requiere, para llegar a aprenderlos significativamente, desplegar un gran número de habilidades de todo tipo, identificar distintas variables y/o estrategias, establecer relaciones, etc.



Una persona que aprende debe representarse la tarea, categorizándola por ejemplo en relación con otras, en relación a qué tareas habrá que realizar primero, reconociendo su referente experimental y teórico, los factores que inciden en ella, las operaciones intermedias que se requieren para alcanzar el resultado pretendido, etc. En cambio, el experto tiene interiorizados y/o sintetizados muchos de estos aspectos. Así, por ejemplo, tras la palabra *luz*, un experto tiene asociadas las ideas de «rayo de luz» (y toda la óptica geométrica), mientras que un aprendiz difícilmente se las representa.

Ello provoca que, a menudo, el profesorado, al ser experto en la materia que enseña, tienda a transmitir el modelo ya elaborado más que a propiciar situaciones pedagógicas que conduzcan a la toma de conciencia y comprensión progresiva de la complejidad del modelo y a su construcción. En consecuencia, tampoco se tiende a evaluar si el alumnado es capaz de prever todos los aspectos necesarios para responder al problema ni a identificar cuáles deben regularse porque han sido construidos de forma inadecuada.

Al final de todo proceso de enseñanza se pretende que el alumnado sea capaz, cuando se encuentre ante un nuevo problema que exige aplicar los nuevos conocimientos, de anticipar y planificar las operaciones necesarias para resolverlo, ya sea para diseñar otros experimentos, para leer o construir otros gráficos o para explicar cómo se digieren unos determinados alimentos. Por ello, es importante evaluar si los estudiantes anticipan y planifican adecuadamente cómo dar respuesta a esto de cuestiones.

Unos instrumentos útiles para evaluar y regular estas capacidades son las *bases de orientación* (García y Sanmartí, 1997), que son sistemas de representación de la tarea y de su producto que incluyen las indicaciones que se utilizarán para ejecutarla. La evaluación de la calidad de dichas bases de orientación será objetivo prioritario del proceso de aprendizaje.

Cada estudiante debe elaborar su propia base de orientación. Unos necesitarán verbalizarla de forma muy desarrollada y concreta, mientras que otros, que ya han interiorizado algunas de las operaciones, la explicitarán de forma mucho más sintética y abstracta. Sin embargo, para mejorar la calidad de cada una de las producciones individuales se requiere la actividad conjunta con el enseñante y/o entre los mismos alumnos y alumnas, propiciada por aquellas situaciones didácticas que favorecen la interacción en el aula.

Un método general que facilita su elaboración consiste en plantear una serie de cuestiones o preguntas que inciten al estudiante a la búsqueda de la información que constituye el contenido de la base de orientación y que normalmente habrá sido objeto de enseñanza a través de actividades ya realizadas. Por ejemplo:

- ¿A qué categoría pertenece la situación o el problema planteado?
- ¿Qué operaciones o aspectos se deben tener en cuenta para dar respuesta al problema y por qué?
- ¿En qué orden es conveniente realizar la tarea?
- ¿Qué conocimientos son necesarios para efectuar de manera consciente estas operaciones?
- Etc.



A partir de una primera elaboración individual de la base de orientación se puede iniciar un proceso de evaluación-regulación de esta primera producción mediante la contrastación de puntos de vista por parejas o en pequeños grupos y la intervención del profesorado formulando cuestiones y proporcionando informaciones y recursos que ayuden a superar dificultades. Finalmente, de forma individual, cada estudiante debería reelaborar su producción. La figura 5 recoge una base de orientación elaborada por un alumno después de haber seguido un proceso como el descrito anteriormente.

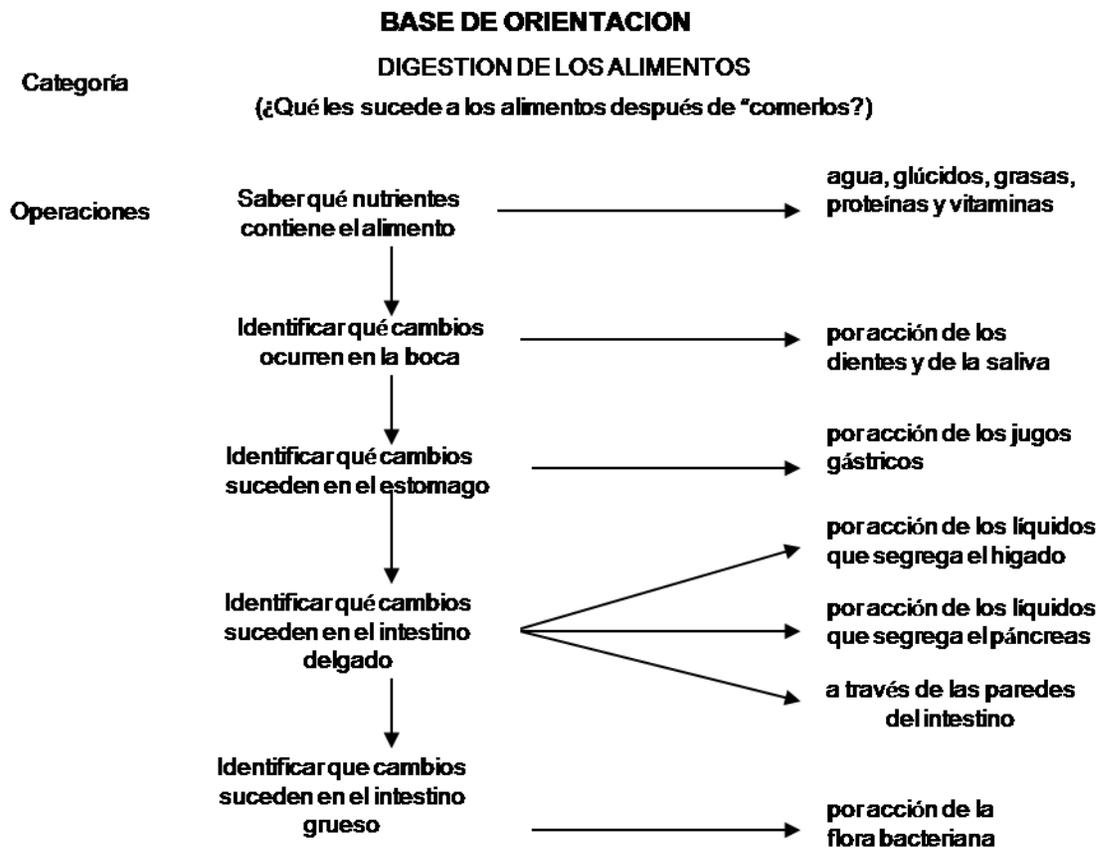


Figura 5

En este trabajo es muy importante profundizar en el uso de los distintos tipos de lenguaje-verbal, gráfico, simbólico-, ya que actúan como vehículos de la explicación de las representaciones de los alumnos.

Muchas veces, un buen instrumento evaluador de estas capacidades es la confección de un diario de clase en el que los estudiantes deban seleccionar aquellas ideas aprendidas consideradas como más significativas. También lo posibilita la confección de mapas conceptuales o de esquemas.

- *Evaluación y regulación de las representaciones de los criterios de evaluación.*

El profesorado en general no suele formular los criterios de evaluación antes de empezar la enseñanza de un tema ni tampoco al diseñar una actividad o un

instrumento con finalidades evaluativas. En general, pues, los criterios de evaluación son más implícitos que explícitos. A pesar de ello, algunos estudiantes los reconocen y saben identificar qué aspectos son más importantes o tienen una mayor relevancia para el enseñante y/o en la realización de la tarea, mientras que otros nunca saben qué y cómo regular aquello que van aprendiendo.

Para poder llegar a ser conscientes de los criterios de evaluación es necesario conocer bien el contenido que se evaluará y las principales dificultades que presenta aplicarlo a la resolución de tareas. No es factible, por tanto, que los estudiantes los reconozcan de forma significativa hasta que hayan realizado las actividades propuestas para su aprendizaje.

Para analizar la calidad de las producciones del alumnado, es interesante distinguir entre los criterios de realización y los criterios de resultados.

Los *criterios de realización* se refieren a los aspectos u operaciones que se espera que aplique el alumno al realizar una determinada tarea, ya sea al explicar y/o describir un fenómeno, al definir un concepto, al resolver un problema o al llevar a cabo un proceso de investigación. Por ejemplo, para poder reconocer si un alumno es capaz de construir un gráfico, se deberán identificar las diferentes acciones que ha de poner en práctica en la realización de este procedimiento. Para poder comprobar si se representa adecuadamente un determinado concepto, será necesario explicar las distintas características que permiten definirlo; o si se pretende evaluar la aplicación de un modelo determinado a la interpretación de algún fenómeno, será preciso concretar los principales aspectos que caracterizan el modelo. Como se puede comprobar, los criterios de realización coinciden con las operaciones explicitadas en la base de orientación.

Los *criterios de resultados* se refieren a la calidad de los aspectos incluidos o de las operaciones realizadas y fijan su grado de aceptabilidad. Incluyen aspectos como pertinencia, completividad, precisión, volumen de conocimientos, originalidad etc.

Desde la óptica formativa de la evaluación, es interesante distinguir entre los dos tipos de criterios, ya que los estudiantes, al realizar una tarea, pueden haber explicitado los aspectos o las operaciones relevantes, pero, en cambio, puede ser que esta explicitación no tenga la calidad suficiente, ya sea debido a la poca precisión en el lenguaje utilizado, a que sea poco creativo o a otros criterios. Esta diferenciación ayuda al alumnado en su proceso de regulación de los errores.

Para definir los dos tipos de criterios de evaluación es útil formularse la pregunta: ¿de qué manera se puede comprobar si el alumnado ha construido un conocimiento adecuado de los conocimientos correspondientes y en qué grado?

La principal dificultad reside en establecer criterios operacionales y evitar ambigüedades tales como *está bien resuelto* tal ejercicio, *está incompleto*, *mal*, *bastante bien*, etc. Este tipo de redacciones impide que el que aprende reconozca sus aciertos y sus debilidades, ya que no concreta por qué el ejercicio está bien resuelto, bien presentado o está incompleto.



Algunas veces los enseñantes tienden a dar la lista de los criterios ya elaborados. Estas listas no facilitan el acceso del alumnado a la autonomía, ya que no aprenden a identificarlos por sí mismos y siempre dependerá de las definiciones del profesorado. Limitarse a dar soluciones o modelos cerrados sobre cómo realizar una tarea no ayuda, en general, a aprender. El verdadero problema didáctico reside en cómo conseguir que sea el estudiante quien construya su propia lista de criterios; es decir, cómo no imponerla sabiendo, sin embargo, que es necesario facilitar el proceso de autoconstrucción. La actividad reproducida en el cuadro 2 está orientada a promover que el alumnado identifique criterios de evaluación y regule su representación.

1.3.4. ¿Cómo dar respuesta a las necesidades del alumnado, detectadas al evaluar?

Toda evaluación pone en evidencia la diversidad del alumnado. Y al democratizarse la enseñanza, esta diversidad es muy grande. El problema del enseñante, en una clase con treinta alumnos con puntos de partida y «lógicas» a menudo muy distintos, es el de poder responder a dicha diversidad. Por ello, replantear la evaluación requiere «forzosamente» nuevas formas organizativas del trabajo en el aula y en el centro que permitan que cada estudiante encuentre respuestas a sus necesidades y, además, en el momento en que estas se producen. Este es el reto fundamental que debe afrontar actualmente todo profesional de la enseñanza de las ciencias si se quiere conseguir que una mayoría importante de la población adquiera una cultura científica básica.

En general, las clases actuales tienden a dar al profesorado todo el protagonismo del proceso de enseñar. A través de este modelo centrado en el profesor es imposible dar respuesta al problema, ya que el enseñante no puede atender el solo a la gran cantidad de dificultades que encuentran los alumnos ni, incluso, muchas veces, puede llegar a detectarlas.

Es evidente que la solución a este problema no puede ser que cada estudiante llegue a tener un profesor o profesora particular. No lo es por condicionamientos económicos, pero también por condicionamientos didácticos. Un sistema de enseñanza en el que siempre es el adulto quien detecta dificultades y da respuestas conlleva que el alumnado sea extraordinariamente dependiente y poco autónomo. La falta de autonomía conduce a que los estudiantes no sepan cómo afrontar la resolución de sus tareas cuando estén solos o que, cuando se trabaja en grupos, se aspire a copiar lo que otros u otras hacen.



Actividades de evaluación

Todos hemos observado una película o capa de cebolla en el microscopio, con distintos aumentos, y hemos dibujado nuestras observaciones. Sin embargo, los dibujos son muy distintos.

Discutan, en pequeño grupo, cuáles son los criterios que utilizarían para Evaluar estos dibujos, es decir, qué aspectos deberíamos tener en cuenta para reconocer su calidad. Escriban una lista de todos los criterios:

Después de discutir los criterios propuestos por cada grupo, anoten los decididos conjuntamente por la clase y utilícelos para evaluar los dibujos adjuntos. Posteriormente, autoevalúen el dibujo realizado por cada uno.

Criterios consensuados	Dibujos 1	2	3	4	5
Ha de indicar los aumentos					No
Ha de interpretar el dibujo, poniendo el nombre de las distintas partes					No
Los dibujos deben ser proporcionales a la medida real y a los aumentos					Si
Sólo se debe dibujar lo que es importante en relación a la célula					No
El dibujo debe ser completo					No

Ojo, falta incluir los dibujos

Cuadro 2. P. García, I.B.J. Oliver, (1993).

Por ello, esta lógica nos lleva afirmar que el principal objetivo del enseñante es, más que dar respuestas a las dificultades del alumno, ayudarles a aprender a superarlas por sí mismo o conjuntamente con sus compañeros. Se trata de enseñar al alumnado a detectar sus errores y a regularlos; es decir a autoevaluarse y a coevaluar sus aprendizajes.

Para conseguir este objetivo debe pasarse del modelo de enseñanza centrado en el profesor a otro centrado en el grupo-clase, es decir, basarse en las interacciones entre todos los miembros del grupo. No es solo el profesor quien ha de detectar y regular dificultades, sino que también es función de todo el grupo-clase y es éste quien debe asumir la responsabilidad de coevaluar y de autoevaluarse.

Es evidente que el que enseña en un aula no tiene la misma función que los que aprenden. De la misma manera que tampoco la tienen todos los miembros de un grupo de investigación científica. Por ejemplo, Gil y Martínez (1987) plantean la analogía del profesorado como director de un equipo de investigación y del estudiante de ciencias como integrante novato del equipo. Siguiendo con esta analogía, podemos comprender por qué es necesario que los aprendices sean capaces de reconocer buena parte de sus dificultades y de encontrar, conjuntamente con el equipo investigador del que forman parte, caminos para superarlas y que el profesor de investigación intervenga, fundamentalmente, en los momentos en los que el equipo se encuentre ante un obstáculo-reto que le impida avanzar.



En este proceso regulador del *aprendizaje-investigación* es fundamental la capacidad de reconocer, verbalizar y explicitar los propios puntos de vista, de contrastarlos a la crítica de los demás, con la finalidad de llegar a acuerdos o pactos, de la misma forma que al analizar el trabajo en común de los científicos se puede comprobar el papel que juegan, en la génesis de su conocimiento, actividades como *hablar de su trabajo, escribir sobre él en publicaciones científicas o discutir las diferentes ideas* (Edwards, 1992)

Consecuentemente, el diseño, la organización y la gestión de las actividades de aprendizaje deben posibilitar que se puedan llevar a cabo, interrelacionándose y de forma complementaria, tres tipos de evaluación (véase la figura 6).

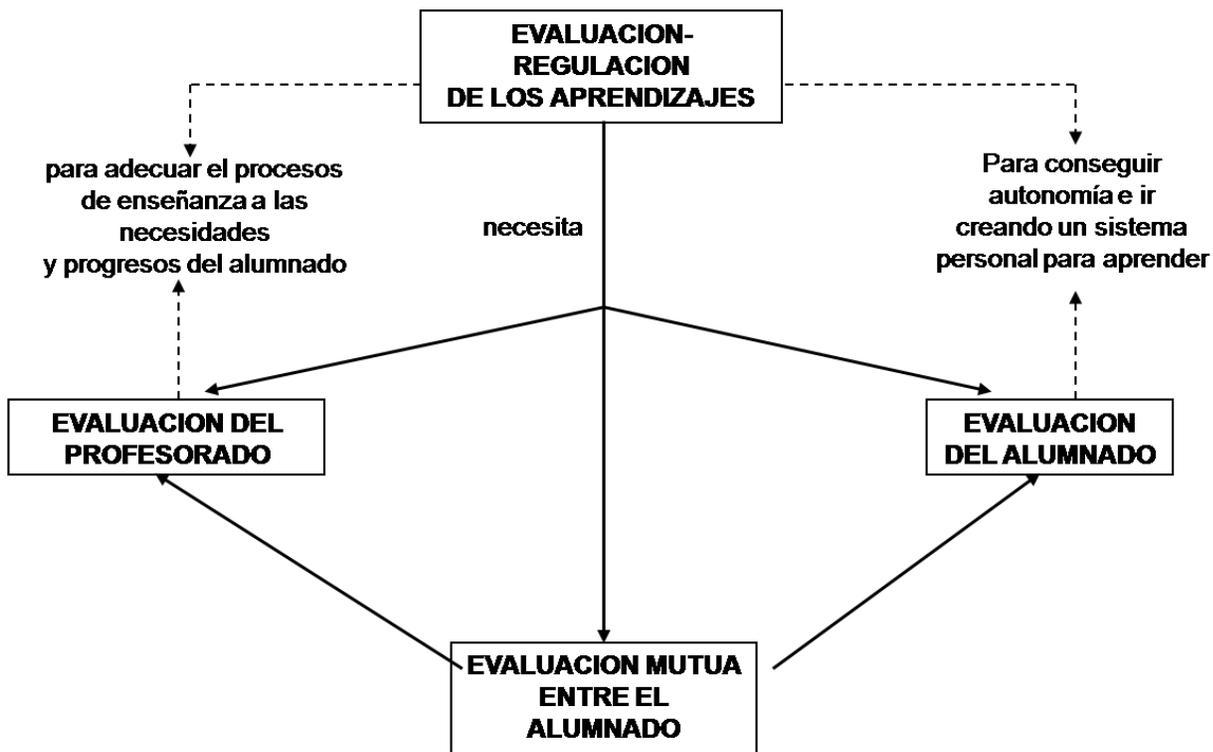


FIGURA 6

- la evaluación considerada como autorregulación que lleva a cabo cada estudiante de su propio proceso de aprendizaje.
- la coevaluación o regulación mutua que tiene lugar a partir de las interacciones entre los propios alumnos, y
- la evaluación que lleva a cabo el profesorado y que deberá orientarse, fundamentalmente, a la detección y regulación de aquellos aspectos que no son capaces de regular los estudiantes autónomamente.

Ello implica promover en el aula formas de trabajo, pactos o contratos en los que se estimule la cooperación por encima de la competitividad (Sanmartí, 1999). Si la escuela no asume su función crítica respecto a los valores dominantes, será muy difícil que pueda dar respuesta a su objetivo de que la mayoría de estudiantes aprenda significativamente.

A modo de resumen: Necesidad de una nueva cultura en relación con la evaluación

La democratización de la enseñanza de las ciencias plantea nuevos retos al profesorado, muy difíciles de afrontar. Para ayudar a aprender a todo tipo de alumnos y alumnas se requiere identificar cuáles son sus «lógicas», sus dificultades y los obstáculos con los que se encuentran a lo largo de su aprendizaje. Al mismo tiempo, es necesario que los propios estudiantes reconozcan estas dificultades y obstáculos para que puedan pedir y encontrar los medios para superarlos eficazmente.

Ello exige –en el profesorado y el alumnado – una nueva cultura de la evaluación, especialmente de la realizada a lo largo del proceso de aprendizaje, en la que las actividades evaluativas lleguen a ser, al mismo tiempo, actividades de enseñanza-aprendizaje. El reto del profesorado está en cómo conseguir que los estudiantes adquieran una buena capacidad de autorregularse de manera efectiva. Y para conseguirlo necesitan llegar a ser capaces de evaluar si se apropian de los objetivos y de los criterios de evaluación del profesorado y si anticipan y planifican sus acciones de manera adecuada.

Consecuentemente, también debe cambiar el entorno de aprendizaje, ya que es necesario crear un ambiente de clase y unos valores que faciliten la verbalización de las ideas y de las formas de trabajo, el intercambio de puntos de vista, el respeto a todos ellos, su confrontación y la elaboración de propuestas consensuadas.

La mejor evaluación (y, consecuentemente, la mejor enseñanza) es aquella que es fruto de reflexiones colectivas y del trabajo coherente y cooperativo entre todos: enseñantes y alumnas y alumnos. Sin duda, es marco –en cierto sentido utópico pero al mismo tiempo, posible – desde el que avanzar hacia una enseñanza de mayor calidad.



Pongo en práctica lo aprendido

Explico el efecto que tiene sobre la evaluación de los aprendizajes, la explicitación de los objetivos al iniciar un tema o unidad.

Ahora que he estudiado lo que son las Bases de Orientación como estrategia que propicia la capacidad de anticipar y planificar las acciones u operaciones por parte de los alumnos, para llevar a cabo una tarea;

- a) Escribo un resumen sobre los principales aspectos didácticos en que se fundamentan.
- b) Explico su utilidad.

Se afirma que en el proceso de evaluación y regulación, es importante formular criterios. Para tal fin:

- a) Explico que son: los criterios de Realización y de Resultados.
- b) Escribo quién debe formularlos y por qué.





Aplico lo aprendido a mi contexto educativo

Organizado con los profesores de mi centro educativo, nos disponemos a trabajar para consolidar lo aprendido:

- a) Discutimos, desde la perspectiva de lo aprendido y de la experiencia que poseemos como docentes, sobre cómo enseñar a nuestros alumnos a elaborar las bases de orientación y desde qué grado o grados creemos conveniente hacerlo.
- b) Seleccionamos un grado, tema y procedemos a elaborar una base orientación.

1.4. La naturaleza de la ciencia

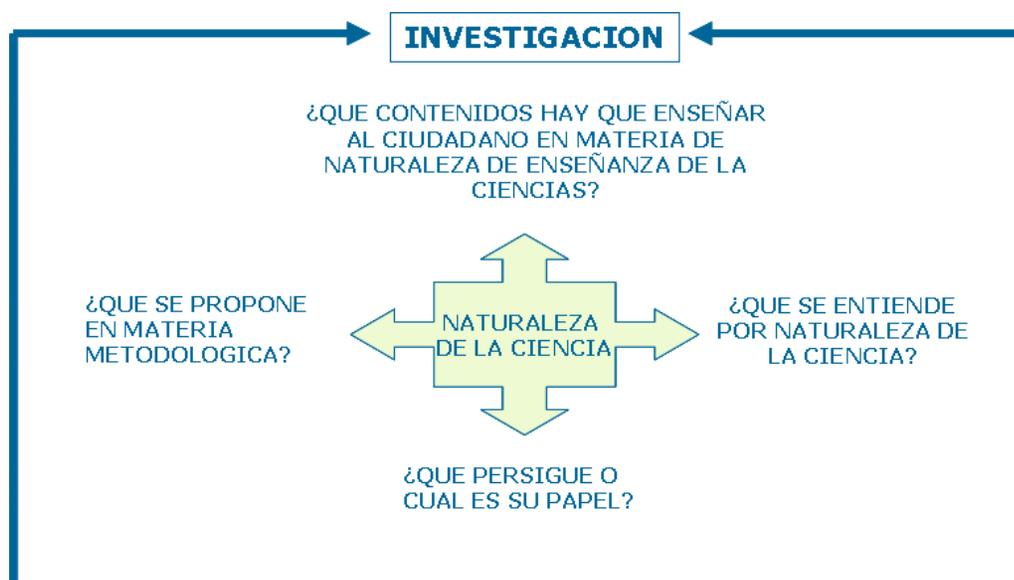
En los últimos años las Didácticas de las Ciencias en el afán de mejorar la calidad de la enseñanza han creado líneas de trabajo, entre ellas se pueden mencionar: las prácticas de laboratorio, la resolución de problemas, el lenguaje científico, las nuevas tecnologías y las ideas previas. Estos desarrollos se logran con el esfuerzo colectivo de quienes investigan, divulgan y comparten sus hallazgos con otras comunidades de investigadores, y poco a poco se van tejiendo ideas de consenso, las que a su vez dinamizan tendencias investigativas y de innovación didáctica.

Una tendencia aun emergente que promete ser un campo fructífero, para la investigación y la innovación en la enseñanza de las Ciencias es: *Incorporar a los currículos educativos de primaria y secundaria los contenidos y competencias propias de la naturaleza de la ciencia.*

Aunque son muchos los que apuestan por esta opción, y a pesar del consenso general sobre la importancia de la naturaleza de la ciencia en la educación científica, existe poco consenso sobre lo que constituye la propia *naturaleza de la ciencia*, las caracterizaciones que se hacen sobre ella suelen ser frecuentemente generales y llevan a rápidos desacuerdos sobre las definiciones específicas de “naturaleza de la ciencia”, Guisasola J. (2007). Continúa éste diciendo que *existe una corriente crítica que dice que el propósito educativo de promover un punto de vista concreto entre el profesorado sobre naturaleza de ciencia, es que ellos puedan a su vez promoverlo entre sus estudiantes, y ésta sería una visión antieducativa, ya que no educarían a su alumnado sino que lo “adoctrinarían”*. Nuestro objetivo igual que el de Guisasola no es éste, sino que estamos convencidos de que no se puede enseñar aquello que no se conoce, y sobre todo aquello sobre lo que no se ha reflexionado suficientemente.

La elección del contenido incluido en este apartado intenta dar solución a un conjunto de preguntas muy importantes según los investigadores y autores de la bibliografía consultada cuando se refieren a lo que debe saber el profesorado que enseña ciencias sobre la naturaleza de la ciencia.





Existen muchas interrogantes alrededor del tema, pero nosotros hemos incluido sólo las que como mínimo se pueden responder en una primera fase en la ruta de autopreparación que un docente empeñado en mejorar su formación, podría emprender.

1.4.1. ¿Qué contenidos hay que enseñar al ciudadano en materia de naturaleza de la ciencia?



Examino mis saberes y experiencias previas

Los siguientes planteamientos describen opiniones sobre la ciencia, sus objetivos, métodos y visión ciudadana sobre ella. Califica cada uno según consideres conveniente, utilizando la escala:

1: Bastante de acuerdo, 2: De acuerdo, 3: Dudosamente de acuerdo y 4: En desacuerdo

Planteamientos	1	2	3	4
Los modelos teóricos elaborados por los científicos, por ejemplo los modelos atómicos o el del ADN, pretenden describir lo más exactamente posible la realidad.				
En general, los científicos son más objetivos e imparciales en sus investigaciones que la mayoría de los demás ciudadanos en sus trabajos.				
Los mejores científicos son los que siguen en sus investigaciones las etapas del método científico lo más escrupulosamente posible.				
La política de un país tiene poca influencia sobre el trabajo de sus científicos, porque sus preocupaciones investigadoras se encuentran, en general, al margen de la política.				
Cuando las investigaciones científicas son correctas el conocimiento que se deriva de ellas no cambia prácticamente en el futuro.				





Amplíe mis conocimientos sobre el tema

¿Qué es la naturaleza de la ciencia?

Cuando nos disponemos a reflexionar sobre lo que debemos entender por naturaleza de la Ciencia, es posible hacerlo desde múltiples perspectivas, aquí lo haremos desde dos vías: una referida a lo que dice la vertiente de los trabajos investigativos en relación a dicha pregunta; y la segunda es acercarnos a ella desde la perspectiva de la Didáctica de la Enseñanza de ciencia.

1.4.1.1. ¿Qué es la naturaleza de la ciencia?

Cuando nos disponemos a reflexionar sobre lo que debemos entender por naturaleza de la Ciencia, es posible hacerlo desde múltiples perspectivas, aquí lo haremos sólo desde dos: la primera es comentando algunos resultados de las investigaciones que nos muestran las creencias de maestros que están enseñando ciencias en las aulas; la segunda consistirá en echar una mirada a lo que dicen los expertos en didáctica de las Ciencias.

¿Cómo comprenden la naturaleza de la ciencia maestros y maestras de primaria?

Un estudio realizado con estudiantes de último año en la escuela de Magisterio de Bilbao, en cuyo ambiente existe consenso general entre los educadores respecto a que una adecuada comprensión de la naturaleza del conocimiento científico es un requisito necesario en la formación del profesorado de ciencias, sin embargo, en los cursos de preparación inicial no se trabajan estos aspectos. Por lo cual se planteó la hipótesis: al finalizar su preparación, tendrán una concepción empírico-inductivista de la naturaleza de la ciencia, la misma que la mayoría de los maestros y maestras de la Educación Primaria, que tampoco estudian el tema de la naturaleza de la ciencia.

El estudio exploratorio constituye la primera fase de un proyecto más amplio, cuyo objetivo final fue desarrollar una propuesta didáctica que dirigiera intencionadamente la atención de los futuros maestros y maestras hacia los aspectos más relevantes de la Naturaleza de la Ciencia, mediante cuestiones específicas, reflexiones sobre situaciones concretas e investigaciones guiadas, y diseñadas para mejorar las concepciones de ese alumnado sobre la Naturaleza de la Ciencia.

Se centró en tres aspectos de la naturaleza de la ciencia:

- a) Los objetivos de la actividad científica
- b) La naturaleza de la metodología científica
- c) El desarrollo del conocimiento científico

Antes de realizar el abordaje en el campo, se diseñó una estrategia experimental de la cual se han extraído los presupuestos más importantes:

- a) El contexto de la investigación; las concepciones dominantes de los futuros profesores de ciencias de primaria en España, acerca de la naturaleza del conocimiento científico, no parecen ser muy diferentes de las de sus colegas de otros países.



- b) En España, a nivel de formación inicial y continua del profesorado, son casi inexistentes la formación y la reflexión sobre la naturaleza de la ciencia, en particular con incidencia en el saber y saber hacer en el campo de la enseñanza de las ciencias.
- c) Se definieron conocimientos que deberían poseer los estudiantes, futuros maestros del estudio, ver la tabla 2.

¿Qué contenidos hay que enseñar al ciudadano en materia de enseñanza de la naturaleza de la ciencia?

Resulta complejo y difícil definir con precisión todas las características de la naturaleza de la ciencia, conocimientos, junto con los métodos, supuestos y creencias que la sustentan. Por lo que se resumieron los aspectos comunes de diferentes investigaciones que se relacionan con los tres característicos de la naturaleza de la ciencia que hemos seleccionado (objetivos, metodología y desarrollo de la ciencia).

Creemos conveniente mencionar que existe consenso acerca de que estas características (tabla 2), constituyen un nivel de definición de los contenidos básicos para estudiar o comprender la naturaleza de la ciencia en una etapa de alfabetización científica.

a) El papel de la ciencia

- a.1) El papel de la ciencia es proporcionar *explicaciones de los fenómenos naturales*; la ciencia está considerada como una disciplina para dirigir preguntas sobre el mundo natural.
- a.2) Usa una *metodología propia* y la evidencia empírica juega un papel importante ya que diferencia la ciencia de otras “formas de conocimiento”. Sin embargo,
- a.3) La ciencia está inmersa en un contexto socio-cultural y por tanto, está influenciada por los valores sociales y culturales, por la *subjetividad* personal y por las conclusiones de los programas de investigación.
- a.4) La ciencia, además, es una actividad que implica *creatividad e imaginación*, así como otras muchas actividades humanas, y algunas ideas científicas son grandes logros intelectuales.

b) Metodología de la ciencia

- b.1) La ciencia usa la evidencia empírica para comprobar las ideas, pero el conocimiento científico no surge simplemente de los datos sino a través de un proceso de interpretación y construcción de teorías. *Hay una distinción clara entre los datos experimentales y las explicaciones.*
- b.2) Los científicos desarrollan hipótesis y predicciones sobre los fenómenos naturales, las cuales son comprobadas empíricamente.
- b.3) La ciencia usa una *gran variedad de métodos* y no hay un único método científico.

c) Desarrollo del conocimiento científico

- c.1) El trabajo de un científico supone un proceso continuo y cíclico de hacer preguntas y buscar respuestas que conducen a nuevas preguntas. Por tanto, el conocimiento científico es *tentativo (sujeto a cambios)*.
- c.2) El conocimiento científico actual es el mejor que tenemos pero puede ser modificado en el futuro, debido a nuevas interpretaciones de las evidencias o a nuevas evidencias.

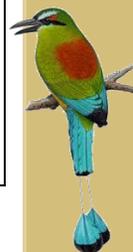


Tabla 2.- Nueve proposiciones que representan un consenso sobre los tres aspectos de la Naturaleza de la ciencia, en diferentes investigaciones en Enseñanza de las Ciencias. Guisasola J. (2007).

Para conocer la comprensión que estos estudiantes tienen sobre la Naturaleza de la ciencia, objetivos y desarrollo de la actividad científica se diseñaron 8 preguntas abiertas (ver Anexo 1). El formato abierto de las preguntas implica que los estudiantes deben utilizar razonamientos y justificaciones para contestar.

Las preguntas del cuestionario han parecido adecuadas para indagar las ideas de los estudiantes ya que se supone que ellos conocen suficientemente los contenidos de las teorías científicas dado que han cursado un programa de contenidos básicos de ciencias en la enseñanza primaria y secundaria.

Resultados

Se han rescatado del trabajo original los aspectos más pertinentes a los objetivos del módulo, por lo cual se obviaron otros aspectos de carácter cuantitativo y se organizaron *los resultados* en tres apartados:

- Concepciones del alumnado sobre el papel de la ciencia.
- Concepciones de los futuros profesores sobre la metodología científica.
- Concepciones sobre el desarrollo del conocimiento científico.

1.4.1.2. ¿Cuál es el papel que los estudiantes atribuyen a la actividad científica?

Pregunta 1: En tu opinión, ¿qué es la Ciencia?

Pregunta 2: ¿Qué diferencia a las disciplinas científicas (Física, Biología, Química...) de otras disciplinas (Psicología, Filosofía, Geografía...)?

El objetivo era que los estudiantes explicaran el papel que juega la ciencia en nuestra sociedad y cuáles son, en su opinión, sus objetivos y características.

En la pregunta 1, la mayoría de las respuestas (71.5%) indican que la ciencia intenta dar respuestas a fenómenos o problemas de la naturaleza.

Por ejemplo:

- *Analizar de formas diferentes los fenómenos y los seres vivos que aparecen en la Naturaleza.*
- *Es la investigación que se hace de un hecho desconocido, mediante diversas técnicas.*



Comentarios:

- La mayoría no resaltan explícitamente el contexto social donde se desarrolla la actividad científica.
- Citan el carácter específico de la metodología científica al responder a los fenómenos naturales, indicando que dicha investigación tiene características propias.
- Casi un 30% de las respuestas presentan explicaciones inconexas e incluso indescifrables, por lo que podemos concluir también que existe una falta de reflexión importante sobre este tema. Veamos un ejemplo:
 - *La ciencia son experimentos que se hacen para analizar el mundo y la sociedad.*

En la pregunta 2, al intentar explicar los objetivos de la ciencia los estudiantes vuelven a resaltar que el conocimiento científico se logra mediante evidencias empíricas (40%) y le atribuyen valores de objetividad y exactitud.

Comentarios:

- En las respuestas explican como objetivo de estudio de las disciplinas científicas: los fenómenos naturales, relacionados con la matemática y son prácticas, mientras que las otras disciplinas tienen como objetivo los temas relacionados con el ser humano y son más subjetivas. Algunos ejemplos:
 - *Las disciplinas científicas requieren fórmulas, deben seguir unas pautas y siempre se basan en lo demostrable.*
 - *Las disciplinas científicas son más objetivas, basadas en la simple materia; las otras son más subjetivas y sociales en las que la persona es parte importante.*
- Aspectos importantes de la epistemología de la ciencia contemporánea como la creatividad y la imaginación, que son necesarios para desarrollar nuevas teorías y explicaciones, no son mencionados.
- Ninguno menciona la subjetividad personal ni la influencia de los programas de investigación en el trabajo de los científicos. Al contrario, muchas de las respuestas a la segunda cuestión citan la objetividad y exactitud de las disciplinas científicas frente a otras disciplinas como la filosofía o psicología.



Pongo en práctica lo aprendido

- a. Examino reflexivamente el contenido anterior y escribo:

Las ideas más fuertes que describen o caractericen la Ciencia.	Lo que yo percibo como papel u objetivos que persigue la actividad científica.

- b. ¿Qué contenidos básicos se pueden enseñar en la escuela sobre naturaleza de la ciencia?



1.4.1.3. ¿Cómo explican los estudiantes la metodología científica?

Las preguntas 3 y 4 se diseñaron para que los estudiantes explicaran el papel del experimento dentro de la actividad científica.

En la pregunta 3 se les plantea en forma directa que *definan las características de un experimento*

El 50% de las respuestas definen el experimento como una prueba para comprobar empíricamente un enunciado o una teoría.

Por ejemplo:

- *Es una acción para comprobar si algo encontrado, realizado, ... funciona.*
- *Sirve para verificar cosas y está relacionado con las pruebas.*

Comentarios:

- Ninguna respuesta incluye la definición de experimento como *la reproducción de un fenómeno natural, en condiciones controladas, que permite medir variables; tampoco indican explícitamente que es una parte de una investigación más global y compleja.*
- Alrededor de un cuarto de las respuestas indican explícitamente que es necesario primeramente desarrollar hipótesis, que posteriormente serán contrastadas mediante experimentos, pero *ninguno explico cómo surgen las hipótesis.* Veamos ejemplos de este tipo de respuesta:
 - *Forma de comprobar si las hipótesis planteadas son verdaderas o falsas.*
 - *Acción que se realiza tras emitir una hipótesis, para comprobar si es válida o no.*

En la pregunta 4 se les pidió explicar *si el conocimiento científico, necesita la realización de experimentos para desarrollarse*, y los resultados muestran que prácticamente todo el alumnado considera que el conocimiento científico necesita de los experimentos para desarrollarse (90,5%).

Por ejemplo:

- *Sí, son necesarios los experimentos, porque uno de los pilares en que se apoya la ciencia es que sus teorías deben tener una demostración práctica, si no ya no serían conocimientos científicos.*
- *Si, son necesarios, porque si no experimentas no sabrás seguro si la teoría es válida o no.*

Comentarios:

- Coherentemente con los resultados de la cuestión 3, un número importante de explicaciones habla de la importancia del experimento como comprobación empírica de las teorías, *no indicando ningún otro tipo de validación de las teorías como su predictibilidad, universalidad y coherencia con el marco teórico.*



- Un tercio de las explicaciones consideran que mediante la experimentación se generan las explicaciones o teorías, en una clara concepción empírico-inductivista de la ciencia.

Un ejemplo de este tipo de respuesta se indica a continuación:

- *Sí, porque mediante los experimentos se realizan las investigaciones y las teorías.*

Por cuestiones de espacio en adelante se presentan y comentan resumidamente los resultados más relevantes del cuestionario.

¿Cómo entienden los estudiantes el desarrollo del conocimiento científico?

En la pregunta 7 se les propuso *representar en una grafica cómo ha ido evolucionando el conocimiento científico y justificar su gráfico realizado*. La gran mayoría de respuestas (85,7%) indican una evolución creciente del conocimiento científico y lo expresan gráficamente mediante el gráfico 2.

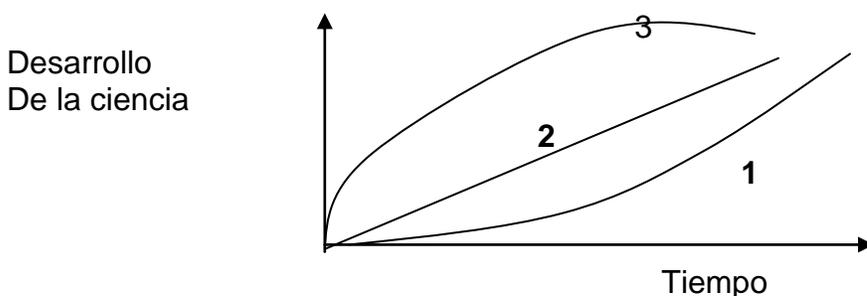


Gráfico 2.- Evolución creciente del conocimiento científico

Comentario:

- Las respuestas 1 y 2, indican un crecimiento lineal y exponencial, en cuyo caso las justificaciones se basan en el avance de la tecnología que cada vez es más rápido y permite detectar más fenómenos.
- Respuestas 1 indican un crecimiento exponencial inverso. Estos justifican su respuesta indicando que “ya casi no quedan cosas por inventar”.
- Solo 2 de 42 estudiantes dibujan una gráfica con avances, paradas y retrocesos.

En la última pregunta del cuestionario referida a los *factores que han influido más en la evolución del conocimiento científico*. Y si después de desarrollarse una teoría científica vuelve a cambiar alguna vez.

El 38% de las respuestas apuntan a las nuevas tecnologías como el principal factor de cambio de las teorías, ya que posibilitan mayor y mejor obtención de datos. Veamos dos ejemplos de respuesta de este tipo:



- Las técnicas nuevas que se iban aportando y que facilitaban mayores descubrimientos.
- Las nuevas tecnologías y el dinero.

Comentario:

- En contradicción con la respuesta de los anteriores apartados, donde no se consideraban factores socio-culturales, en esta pregunta un tercio de las respuestas consideran los factores socio-económicos como los responsables de los cambios en el desarrollo de la ciencia.
- *El dinero, las condiciones de vida y la inteligencia humana.*
- *La mayor influencia ha sido el satisfacer las necesidades humanas, para hacer la vida cada vez más comfortable.*
- Aunque ambos factores intervienen en los procesos de cambio, en las explicaciones de los estudiantes *no se contempla un abordaje multifactorial de las causas del cambio y quedan relegados factores internos a la propia dinámica de la ciencia como la insatisfacción de las explicaciones respecto a los hechos ya conocidos o a nuevos hechos; o bien, la insatisfacción en la coherencia del cuerpo teórico de conocimientos.* La mayoría de las explicaciones buscan los factores de cambio en factores externos.

Pongo en práctica lo aprendido

Para reestructurar mis ideas, leo nuevamente y respondo las preguntas:

1. ¿Qué son los experimentos en relación a la ciencia?
2. Los estudiantes de la investigación dicen: *el experimento es la manera de validar una teoría.* Investigo y escribo si existen, cuáles son esas otras maneras de validación. Pienso en un caso donde no es posible comprobarlas mediante experimento, como sucede con las teorías astronómicas.
3. ¿Qué significa tener una concepción empírico-inductivista de la ciencia? Investigo y explico en qué consiste dicha concepción y luego escribo un ejemplo de ese tipo de pensamiento.

Hasta aquí se ha podido constatar a través de los resultados del estudio, lo siguiente:

1. En los razonamientos de los estudiantes de magisterio maestros y maestras de primaria incluidos en la muestra, predominan concepciones empírico-inductivista. Son indicadores que revelan esta concepción, los siguientes:
 - a) *Presenta una concepción positivista ya que; consideran que la ciencia es un cuerpo de conocimientos formado por fenómenos naturales y teorías los cuales consideran verdaderos, en el sentido de estar contrastados con los datos observables.*
 - a.1. La observación y detección de fenómenos es la etapa más importante de la metodología científica.
 - a.2. Los hechos científicos darían significado a la teoría y, la observación y detección de fenómenos es la etapa más importante de la metodología



científica. En esta concepción los estudiantes no distinguen claramente entre teorías y datos experimentales.

- b) No se mencionan diferentes estrategias generales y flexibles que utiliza la ciencia para resolver problemas y contrastar ideas.
- c) El progreso científico siempre es creciente y el cambio se produce cuando surgen nuevos hechos experimentales debidos principalmente a los avances tecnológicos (empirismo).
- d) Los resultados muestran, en primer lugar, que según sus explicaciones, no contextualizan el conocimiento científico en su marco teórico (empirismo).
- e) No contextualizan el conocimiento científico en un marco socio-cultural, aunque sí lo hacen, en el aspecto económico, cuando hablan de los factores que impulsan los programas de investigación científica.
- f) Una minoría menciona aspectos como la subjetividad personal y los valores de los científicos.

2. Existe una falta de reflexión de los futuros profesores de Primaria sobre la naturaleza del conocimiento científico, como muestra el porcentaje de estudiantes que no contesta y la falta de consistencia de muchas de sus explicaciones.

A continuación se examinan las implicaciones metodológicas que se derivan de ésta investigación.

1.4.2. Implicaciones metodológicas, acerca de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia

Esta situación es comprensible en cualquier medio donde muy pocos programas de formación inicial del profesorado de ciencias consideran contenidos sobre Naturaleza de la Ciencia y en pocos cursos los futuros profesores tienen oportunidad de debatir sobre estas cuestiones.

En la formación del profesorado de ciencia, sus estudios tienen como prioridad aprender un amplio abanico de conocimientos que caracterizan lo que se denomina “saber la materia a enseñar”, y pasan desapercibidos los relacionados con la naturaleza del conocimiento científico y el conocimiento de la historia de la ciencia. Es decir que no llegan a conocer cuáles son sus fines, los procesos seguidos por los científicos en la construcción de ese conocimiento, los problemas que originaron su construcción, cómo llegaron a articularse en cuerpos coherentes de conocimientos, cómo evolucionaron, cuáles fueron las dificultades, etc.

En este sentido los expertos en Didáctica de la Ciencia que investigan este campo, argumentan que la forma de trabajar o modificar las concepciones sobre Naturaleza de la Ciencia debe ser planeada y explícita (aprendizaje cognitivo), ya que en numerosas investigaciones se ha demostrado que los resultados son mejores que cuando se hace de forma implícita (aprendizaje actitudinal) Guisasola, (2007).

El aprendizaje de estos contenidos es una condición necesaria pero no suficiente, es decir, no garantiza de forma automática su transferencia a la práctica de aula. En la mayoría de las ocasiones el profesorado no incluye estos temas en sus



programaciones de aula porque son aspectos que no controlan o desconocen. Además, como no se han tratado en su formación inicial como maestros/as, y tampoco suelen aparecer en los libros de texto, no saben cómo enseñarlos.

También será necesario proveer a los profesores con materiales didácticos adecuados, que les permitan reflexionar en clase sobre los aspectos principales de la naturaleza de la ciencia y mediante los cuales puedan integrar en una estructura única los diferentes conocimientos de la materia a enseñar. Sin embargo, “enseñar Naturaleza de la Ciencia” requiere profesores de ciencias que tengan algo más que un rudimentario conocimiento sobre ella; este profesorado debería ser capaz de hablar sobre la naturaleza de la ciencia, proponer debates desde distintos puntos de vista, diseñar actividades que ayudaran a sus estudiantes a comprender dichos aspectos, contextualizar la enseñanza con ejemplos, etc. Incluso se les debería pedir que diseñaran unidades didácticas para trabajar la comprensión de la naturaleza de la ciencia en las aulas, teniendo en cuenta la edad y características del alumnado.

De esta forma, se garantizarían las condiciones necesarias para posibilitar al futuro profesorado el poder realizar la transposición didáctica al aula con éxito y eficacia. Este aspecto cobra mayor importancia en este momento, si pensamos en los planes de estudio que habrá que diseñar próximamente para las escuelas de formación del profesorado.

A la vista de estos resultados, los autores del estudio precisaron el objetivo de la segunda parte de la investigación, el cual consistente en el diseño y realización de algunos materiales didácticos que sirva al alumnado (2º curso de formación inicial de maestros y maestras de Educación Primaria), para reflexionar sobre la naturaleza de la ciencia y para proponer transposiciones didácticas adecuadas al aula de primaria.

Luego de examinar este trabajo, los docentes participantes en este curso podrían valorar y argumentar si una propuesta como esta es viable en Nicaragua. Por nuestra parte, expresamos nuestra coincidencia con los autores acerca de que las concepciones dominantes en los estudiantes-maestros no difieren mucho de las que posiblemente se lograrían en un estudio con maestros de primaria en Nicaragua.

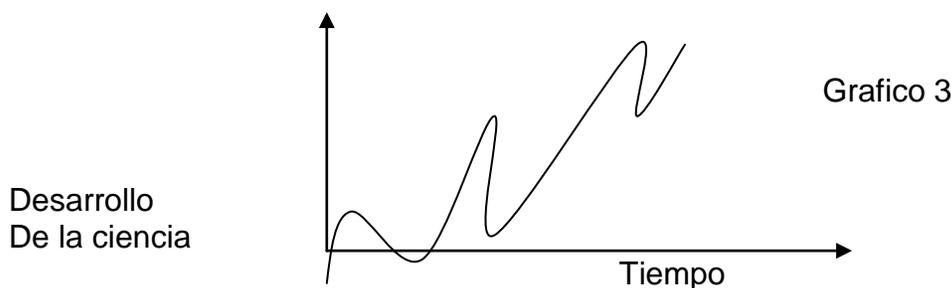
La propuesta metodológica que nos parece más viable, para acceder poco a poco a una enseñanza que integre aspectos y contenidos propios de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia, es la conocida en América Latina con el nombre de “La enseñanza de la Ciencia Basada en la indagación”, ECBI, la cual será estudiada en la siguiente unidad.





Pongo en práctica lo aprendido

Si unos de los estudiantes de la investigación hubiese dado como respuesta el gráfico 3, ¿cómo justifico yo ese dibujo en relación al desarrollo de la ciencia?



Aplico lo aprendido a mi contexto educativo

Con base en los resultados del estudio investigativo, me organizo en grupos de tres personas con profesores del mismo grado y examinamos:

- a) La primera unidad de Tercero, Cuarto y Sexto grado referidas al tema “Ciencia y Tecnología”, efectuamos un diagnostico que muestre como responde dicha unidad a los indicadores, planteados.
- b) Elaboramos un plan de mejoramiento para dicha unidad, en el cual se integren algunos rasgos de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia.



UNIDAD II: La Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación, ECBI



Sin perder de vista que los maestros y maestras, por el hecho de ejercer la admirable acción de enseñar poseen un conjunto de saberes y concepciones que les permiten tomar decisiones en la actuación diaria al cumplir la responsabilidad de procurar el desarrollo cognitivo y la formación de los niños y niñas que las se las confía, vamos a estudiar esta segunda unidad con la confianza de que no estamos escribiendo en una página en blanco y que cada tema cuenta con una estructura de acogida. Por eso continuaremos evidenciando lo que se sabe del tema antes de iniciar el nuevo estudio, lo que muestre la evidencia será el apoyo del estudio de manera continua.

La unidad aborda, dos temas que se complementan y juntos permitirán comprender globalmente la idea que se intenta comunicar: una forma un tanto diferente de *enseñar los contenidos de ciencias naturales*. La primera parte de la unidad trata el tema de la *Indagación* como proceso para provocar y modular la curiosidad natural de los niños y niñas, en beneficio de su aprendizaje. Y el segundo tema es una propuesta metodológica que se concreta a partir de las investigaciones didácticas que se originaron alrededor de la indagación, y que actualmente impulsa los movimientos de innovación como una de las vías de desarrollo de la didáctica en el mundo: la experimentación en el aprendizaje científico.

Examino mis saberes y experiencias previas

- Un extraño personaje llega a una escuelita de un barrio de Managua, donde todos los niños, niñas y maestros están muy concentrados en sus actividades escolares, nadie le mira y como él no quiere interrumpir, desde una ventana se queda por diez minutos calladito mirando con atención un salón y lo que hay en él, a los niños, a la maestra que están en plena actividad y piensa para sus adentros: -.Um, estoy en una escuela, la maestra se llama Clarita y hay 30 niños y niñas que son de tercer grado, y de pronto sonrío !cáspita! estoy en el lugar correcto, es una clase de Ciencias Naturales. Don Bruno, el personaje que nadie vio, salió sonriendo igual que como llegó.

Con base en lo que conozco de los ambientes y actividades escolares escribo al menos tres pistas que permitieron a don Bruno saber que la clase era de Ciencias Naturales, (don Bruno no leyó la pizarra del aula).

- Hemos visto en el cine que para saber quién comete un delito, se realiza una indagación. Pero en la enseñanza, ¿qué significado tiene la indagación? Si yo

creo que es apropiado hablar de indagación en la enseñanza, explico brevemente ese significado.

- c. Considerando que he laborado en los últimos años en el ambiente educativo nacional asistiendo a talleres, capacitaciones y otros, en que he escuchado y hablado del término “constructivismo”. Escribo cinco rasgos que caracterizan una clase con enfoque constructivista.



Amplíe mis conocimientos sobre el tema

2.1. ¿Qué es la indagación?

La indagación es un estado mental caracterizado por la investigación y la curiosidad. Indagar se define como “la búsqueda de la verdad, la información o el conocimiento”. Los seres humanos lo hacen desde su nacimiento hasta su muerte.

El postulado: “Dímelo y se me olvidará, muéstrame y lo recordaré, involúcrame y entenderé”, es la esencia del aprendizaje por indagación. Con el modelo indagatorio, los estudiantes podrán apropiarse no sólo de los contenidos sino, de los procesos que permiten aceptarlos como correctos y verdaderos. Este enfoque está orientado a facilitar que alumnos y alumnas adquieran y desarrollen las habilidades y destrezas adecuadas para construir en forma participativa y activa los conocimientos planteados en el currículum.

El término indagación, no es un “método de enseñanza” para hacer ciencia ni para estudiar ciencia, más bien, es una perspectiva para escoger asignaturas y temas en los cuales se insta a hacer preguntas verdaderas, en cualquier momento y por parte de cualquiera. Una de sus características más notables en el ámbito de la educación formal es que está orientado a superar uno de los problemas más frecuentes en la enseñanza tradicional de las ciencias en el aula: la tendencia a ofrecer respuestas a preguntas que los jóvenes nunca se han planteado, Escalante P. (2010).

Este enfoque requiere que los estudiantes piensen en forma sistemática o investiguen para llegar a soluciones razonables a un problema. Ahí radica la importancia de la indagación. Además, la enseñanza por indagación se centra en el estudiante, no en el profesor; se basa en problemas, no en soluciones y promueve la colaboración entre los estudiantes. Este proceso se da en una atmósfera de aprendizaje físico, intelectual y social. Por último, la indagación propicia que los docentes estén mejor capacitados para ayudar a los estudiantes a progresar en su conocimiento.

La indagación debe usarse como una estrategia para el aprendizaje por varios motivos:

- Vivimos en un mundo cambiante, los niños y las niñas tienen una necesidad de desarrollar su comprensión de la vida moderna y además las sociedades se mueven más rápido y se tienen conexiones globales que orientan hacia la tecnología. Cada vez es más usual la demanda de los empresarios que exigen al trabajador mayor capacidad para resolver problemas y que piensen en forma crítica, es decir una fuerza laboral que “trabaje inteligentemente”.



- Otros factores que influyen para que se use la indagación es que mejora la actitud y el aprovechamiento de los estudiantes, facilita la comprensión de los estudiantes y facilita el descubrimiento del significado de las matemáticas.
- Guía a los estudiantes a formar y expresar conceptos por medio de una serie de preguntas y si se promueve el uso de las tecnologías, permite el enlace de los estudiantes con la comunidad local y mundial.

Veamos un ejemplo: La vela encendida

A un grupo de niños se les ha pedido que observen y describan una vela encendida, luego que se le cubrió con un vaso se apagó.

A. Lo que escribieron de manera espontánea después de haber realizado la observación:

La vela está encendida.

La vela se apagó porque el aire se consumió.

La vela se está asfixiando porque no hay aire dentro del vaso.

B. Lo que escribieron cuando se les invitó a observar con las siguientes preguntas.

¿Qué observas que está ocurriendo en la punta de la vela?

¿Qué ocurrió luego de cubrir la vela con el vaso?

¿Por qué crees que la vela reaccionó de esa manera? Explica.

¿Qué relación tienen las características de la llama de la vela con la combustión?

Los niños escribieron:

La llama está caliente.

La vela está rodeada de aire.

El color de la llama es amarillo, pero el color no es igual en toda la llama.

En el extremo superior de la vela pasa algo, porque produce humo.

La indagación como estrategia de enseñanza se viene utilizando en los Estados Unidos desde los años 80 en forma de proyectos. En Francia fue impulsado por el premio Nobel de Física 1992, profesor *Georges Charpac* y la *Academia de Ciencias* a través del proyecto "*La main à la pâte*", cuya traducción al español es "*la masa en la mano*", con el interés de renovar la enseñanza de la ciencia y la tecnología en las escuelas primarias en Francia.

En los últimos años, las Academias de Ciencias del mundo han hecho explícito su compromiso de trabajar por hacer más equitativo el acceso y uso del conocimiento. En la declaración de Tokio 2000, organizada por el Panel Interacadémico (IAP en inglés), se afirmó que: "la comunidad científica y tecnológica debe comprometerse como un socio activo con los sistemas educativos a fin de asegurar la inclusión de una educación en ciencias de calidad, estimulante y eficaz en todos los niveles". Este movimiento involucra a científicos, profesores, investigadores, administradores y políticos comprometidos para trabajar juntos en mejorar la educación en ciencias.



Cada vez más países responden a este reto y así surgen esfuerzos internacionales que se suman creando proyectos como el europeo *POLLEN*. En la comunidad latinoamericana se ha desarrollado el proyecto *INDAGALA*, para satisfacer la necesidad de *enseñar ciencia basada en la indagación* bajo el enfoque metodológico conocido como *ECBI*.

En Chile, es implementada en escuelas básicas de cuatro regiones del país a través del Programa de Educación en Ciencias Basado en la Indagación (*ECBI*), que lleva a cabo el Ministerio de Educación junto a la Academia Chilena de Ciencias y una serie de universidades del país. Otro caso, es México, que promueve la formación continua del profesorado de ciencias de nivel primario y medio, apoyado por la academia mexicana de ciencias y la Universidad Nacional Autónoma de México. A su vez la academia mexicana apoya a otras academias de ciencias en Centro, Sudamérica y el Caribe, motivadas por mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias a través de la formación del profesorado de sus países. En todos los casos, la premisa de trabajo es siempre la misma: La mejor manera de aprender ciencia es hacer ciencia. Devés R. y López P. (2005).

Los maestros varían mucho en la forma en que involucran a sus estudiantes en la búsqueda activa del conocimiento, algunos invocan métodos estructurados de investigación guiada, mientras otros se atienen a proporcionar a los estudiantes solo unas pocas instrucciones. Otros promueven el empleo de dispositivos *heurísticos* o de *búsquedas parcial*, para ayudar al desarrollo de habilidades.

Desde una perspectiva pedagógica, la enseñanza orientada a la indagación siempre se contrasta con los métodos expositivos más tradicionales y refleja el modelo constructivista del aprendizaje, frecuentemente citado como aprendizaje activo, que es fuertemente apoyado por los profesores de ciencia actuales.

De acuerdo con los modelos constructivistas, el aprendizaje es el resultado de cambios que se van llevando a cabo en nuestros marcos mentales, conforme intentamos comprender nuestras experiencias. Así pues, en lo esencial, la enseñanza orientada a la indagación involucra a los estudiantes en la investigación que satisface la curiosidad, entendiendo que la curiosidad queda satisfecha cuando las personas han construido marcos mentales que explican adecuadamente sus experiencias. Algo que se desprende de esto, es que la enseñanza orientada a la indagación se inicia con estimular la curiosidad y las especulaciones.

No hay una investigación auténtica, ni un aprendizaje significativo, si no hay una mente inquisitiva buscando respuestas, soluciones, explicaciones o la toma de decisiones. El enfocarse en la indagación siempre implica la reflexión y el recolectar e interpretar información, como respuesta a lo que suponemos y exploramos.

Hay que subrayar también que un énfasis en la enseñanza orientada a la indagación no necesariamente limita el uso de libros de texto o de otros materiales de enseñanza. Existe bibliografía que hace referencia a cómo es que los libros de texto pueden utilizarse para apoyar la enseñanza de la ciencia mediante la indagación. Y desde hace muchos años, "Ningún libro de texto está elaborado adecuadamente, si no excita el espíritu de la indagación", Vargas J.E. (2009).



Los siguientes principios están asociados al uso de una metodología centrada en la indagación, específicamente a “La main à la pâte”.

Trabajo con objetos significativos: En el curso de sus investigaciones los niños y jóvenes observan y manipulan un objeto o fenómeno del mundo real, próximo y significativo para ellos. Esta actividad se realiza en un ambiente seguro, interesante, retador, adecuadamente preparado para ellos.

Reflexión: Durante sus investigaciones, los niños y jóvenes argumentan, discuten y razonan sus ideas y resultados, se ponen de acuerdo, construyen su conocimiento, concluyen; una actividad puramente manual no es suficiente.

Trabajo grupal, autonomía: En el transcurso de las actividades de indagación guiada los niños y jóvenes trabajan en grupos de 2 a 4 estudiantes, cada uno con un rol definido, el cual va cambiando. Cada uno de los grupos trabaja con gran autonomía en el desarrollo de las investigaciones, enmarcada en un ambiente de trabajo cooperativo. Esta aproximación además de ayudar al aprendizaje de los niños debe estimular el desarrollo de su propia autonomía.



Pongo en práctica lo aprendido

Ejercitando mis aprendizajes:	Escribo lo que aprendí
Identifico las características de la indagación en una clase de ciencias.	
Identifico los motivos por los que debe usarse la indagación como estrategia aprendizaje.	
Explico la relación entre indagación y ECBI	

Aplico lo aprendido a mi contexto educativo

En mi quehacer de maestro o maestra de _____ grado, puedo promover la observación de un objeto, espécimen o fenómeno y para que mis alumnos realicen una buena observación, elaboro un conjunto de preguntas para que identifiquen características de lo observado.



2.2 Una alternativa metodológica para promover la enseñanza de las ciencias naturales

Examino mis saberes y experiencias previas

¿Qué entiendo por experimentar?

¿Considero que en mi clase de ciencia hay experimentación? ¿Por qué?

¿Cuáles son los principales problemas que tengo para que mis niños y niñas experimenten en mi clase?

¿Hay algo en mi clase de ciencias que me gustaría cambiar?

Amplío mis conocimientos sobre el tema

2.2.1. ¿Qué es ECBI?

La ECBI es un tipo de enseñanza que combina la investigación desde una perspectiva integral, la educación científica, la experimentación y el razonamiento basado en los resultados, así como las habilidades lingüísticas, lo que permite que los alumnos comprendan mejor los objetos y fenómenos que les rodean, además de estimular su curiosidad, su creatividad y sus capacidades críticas.



El objetivo central de ECBI es promover la enseñanza de las ciencias naturales en las escuelas primarias y se fundamenta en diez principios, que son:

1. Los estudiantes observan un problema que es real y que les resulta familiar. A partir de este problema hacen una investigación que les permite descubrir el conocimiento que se asocia al problema.
2. En el desarrollo de la investigación, los estudiantes van elaborando hipótesis y planteando argumentos explicativos con sus propias palabras. Ellos discuten sus propias ideas y poco a poco van construyendo su propio conocimiento.



3. Las actividades que desarrollan los estudiantes obedecen a una secuencia que organiza el profesor con el objeto que el conocimiento que van construyendo esté graduado y debidamente coordinado.
4. Se requiere de varias sesiones semanales para obtener un estudio acabado de un problema, en un determinado grado o nivel. Esto implica que la actividad a realizar no necesariamente esté en el programa de estudio, pero sí que esté relacionado o bien sea parte de él. En todo caso se puede modificar la duración de las actividades para estudiar más contenidos del programa.
5. Cada estudiante lleva un registro individual: bitácora. Es un cuaderno especial del estudiante en donde anota todo lo que *observa, experimenta, concluye y aprende* del problema que está estudiando.
6. El objetivo final de toda actividad indagatoria es que el estudiante se apropie progresivamente, de aprendizajes. Así el aprendizaje les será significativo. En el proceso también habrá consolidación de la expresión oral y escrita en torno a los aprendizajes.
7. En el trabajo de los estudiantes se integrará la familia y la comunidad.
8. A los estudiantes les colaboran “pares científicos” del entorno cercano: universidades, escuelas más grandes y otras entidades educacionales.
9. Los centros de formación de profesores más cercanos a la escuela ponen a la disposición de los profesores de la escuela, su experiencia en didáctica y en procesos pedagógicos.
10. Generalmente cuando los proyectos amplían la cobertura, se recurre a la Internet como apoyo en materia de actividades y sugerencias metodológicas para que los profesores puedan implementar en sus clases la innovación, además que reduce algunos costos como transporte, material bibliográfico, y otros.

Agregamos que estos principios constituyen una sistematización de los resultados de haber aplicado el enfoque ECBI en circunstancias concretas, pero que su aplicación en cada caso depende en gran manera de las condiciones particulares de los actores y del contexto. Es decir, que si algunos de los principios no es considerado pertinente al contexto donde se pretende implementar esta propuesta, lo más conveniente es avanzar adaptándolo, con el cuidado de controlar y valorar los nuevos resultados y si se contradice o no la teoría, aceptar que hemos innovado y que se ha enriquecido la misma, acotando el espacio de aplicación.

2.2.2. Principales características del enfoque

Hacemos notar que incluir estas características no significa que cooperemos con la idea de proporcionar una receta para que sea seguida por los docentes, la conveniencia de hacerlo es porque creemos hacer más comprensible lo que es ECBI, en esta primera fase de acercamiento a la información.



El profesor, cuando *aplica esta metodología* con sus alumnos, los divide en grupos de 4 o 5 alumnos, les entrega una guía de trabajo que los orientará en el trabajo a realizar (la guía la puede entregar completa de una vez o en partes a medida que se va avanzando), los materiales con que se experimentará y el espacio físico necesario, este desarrollo puede ser adaptado según el nivel de los estudiantes y el dominio que ellos tengan sobre el trabajo independiente.

Al aplicar la metodología se hará lo que denominaremos una "aplicación". Para la aplicación hay un objetivo, como es obvio, que se pretende lograr al término de su realización. Una manera sencilla de expresar en qué consiste la aplicación es: Hay una fase previa de *acercamiento a los conceptos* involucrados en el logro del objetivo, luego hay una fase de *experimentación* y finalmente una fase de *aplicación* de lo aprendido. La implementación ECBI requiere de tiempo para ser realidad en las aulas de clase.

Otra característica de la metodología ECBI y no por referirnos a ella en este punto, deja de ser muy importante, está referida a la *formación del profesorado* y son muchos los autores que alertan y opinan sobre lo mismo.

Partamos de la siguiente cuestión, ¿qué consideraciones básicas demanda de los maestros la metodología ECBI?

Demanda de los profesores la disposición permanente para comprender las inquietudes de sus alumnos, atendiendo su curiosidad, estimulando su capacidad de asombro y guiándolos en la libertad del descubrimiento y deseo de búsqueda. Todo niño es cuestionador de su entorno, se pregunta, busca naturalmente respuestas a todo lo que para él es importante y el docente a través de preguntas, invitaciones, mensajes de seguridad ante su capacidad, debe adquirir el arte de recabar estas ideas y lograr transformar el aprendizaje cotidiano e informal, en ideas y conceptos con fundamento científico.

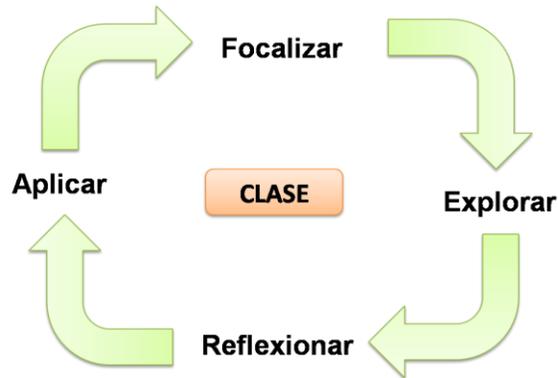
Lo importante es valorar los conocimientos que cada niño posee, sus ideas y pensamientos, para estimular la capacidad de preguntarse, de expresar lo que piensa frente a un fenómeno o proceso y discutir cómo lograr obtener información que les permita contrastar sus ideas originales con sus nuevos aprendizajes, estimulando el registro de datos, su análisis y la capacidad de comunicarlos, en una reflexión permanente en cada instante del proceso.

Es importante destacar que el docente ha practicado por años una forma de enseñar, que sin dejarla de lado será la base para producir un cambio metodológico. Usando sus propios conocimientos y experiencias, en forma lenta y gradual puede transformarlos en una forma activa de enseñar. La mayor problemática viene de pensar que hay que dejarlo todo de lado para empezar algo distinto, sin embargo, la idea es ir incorporando formas diferentes de enseñar, para no entregar la información o el conocimiento, sino ofrecer oportunidades para que ese mismo conocimiento se logre de una manera diferente, *Buenas Tareas* (2009).



2.2.3. Metodología ECBI, con fundamentos en el constructivismo de la enseñanza de las ciencias

La fase de aplicación de la metodología se puede resumir en cuatro importantes pasos, que constituyen el *ciclo* de aprendizaje:



Como se mencionó antes, esta metodología se sustenta en las ideas del constructivismo y en consonancia con la metodología APA. Veamos las etapas una a una:

2.2.3.1. Focalización

Se trata de presentar un problema cuya temática a abordar se relacione con el objetivo de la actividad.

Por ejemplo, si el objetivo se refiere a que los estudiantes diferencien el concepto de masa del concepto de peso entonces podría plantearse un problema relacionado con una visita al mercado. En el mercado hay quienes “pesan” y quienes “masan” sus productos, si damos una vuelta completa al mercado veremos que hay quienes usan balanzas y otros dinamómetros.

La idea, en el ejemplo que pretendo dar, es que los estudiantes – recuerden o evoquen una visita real a un mercado – descubran que hay diferentes formas de “pesar” productos en el mercado.

Centrar la atención en un problema, se podría reforzar planteando algunas preguntas que les hagan elaborar argumentos: Por ejemplo, podría preguntarse: Seguramente en el mercado se ve que hay vendedores, de frutas, verduras y granos básicos, que usan diferentes formas de pesar los productos que allí vende, ¿por qué creen que no usan, todos, los mismos instrumentos de medida? ¿Da lo mismo usar cualquier tipo de instrumento? ¿Por qué? ...

Algo importante es procurar que cada estudiante responda primero las preguntas en forma individual y todas deben llevar una argumentación. El maestro o la maestra debe fijarse que nadie responda solo con un sí o con un no, debe promover que todos argumenten sus respuestas de acuerdo a sus creencias, no en función de la asignatura

que él o ella enseña, sino usando el lenguaje contextual, pero si hay quienes lo usan que no lo impida.

En esta fase nada está mal, nada está bien. Las respuestas a las preguntas, son solo eso... respuestas.

Luego de las respuestas individuales se pide al alumnado que elaboren una única respuesta como grupo. De igual forma, la respuesta y el argumento por cada pregunta que se hace. En las primeras etapas de aplicación de esta estrategia es posible que los estudiantes sean poco abundantes en sus respuestas y argumentos, pero la actitud de los y las docentes es valiosa para provocar el cambio progresivo.

Si hubo alguna respuesta o argumentos erróneos o correctos, eso se confirmará en una fase posterior. Todo esto lo registra cada niño o niña en un cuaderno especial en el que llevará el registro de toda la actividad, y anotarán todo lo que observan, todo lo que se les pregunte, todo lo que aprendan, harán dibujos, harán comentarios con sus palabras ... con sus ideas.

2.2.3.2. Exploración

En esta fase está la clave de la metodología. Esto no significa que las demás sean menos importantes, ¡no!, todas son indispensables, pero aquí es donde se marca la diferencia respecto a otras ideas metodológicas que se conocen.

Aquí se hará una actividad experimental con materiales de fácil acceso. No debe requerir un laboratorio sofisticado ni grandes equipamientos, que ilustran casi siempre, la idea de laboratorio de ciencias. La sala de clases, el patio, un pasillo, la cocina, el comedor,... cualquier lugar puede ser útil. Incluso la actividad experimental puede ser solo la observación de algún producto tecnológico.

Supongamos que se hará un experimento de medir "el peso" de una manzana usando una balanza en un momento y luego un dinamómetro. De ser necesario, hagamos el experimento en dos fases.

- Construir una balanza y construir un dinamómetro (si es que no se poseen).
- Medir "el peso" de una manzana.

Antes de construir, o experimentar algo, se explica al estudiante lo que se va a realizar y se le hacen preguntas, las que deben ser respondidas con argumentos y – si la situación lo permite – que le conduzca a elaborar una hipótesis en relación al problema que se presenta. Se insiste, se debe dejar que el estudiante escriba sus ideas con sus palabras. Ya habrá momentos en donde se afine el lenguaje y otras cosas.

En el fondo lo que se pide al estudiante es que realice una predicción del resultado experimental que se tendrá. Por ejemplo, se podría decir lo siguiente:

En el experimento que harás, colocarás una manzana en un plato de una balanza y la equilibrarás con "pesos" puestos en el otro plato y subirás, y luego bajarás, un piso en un ascensor (si no se dispone de él, se puede idear otra cosa) y observarás lo que



ocurre en la balanza. Luego colocarás la misma manzana colgando del dinamómetro y subirás y bajarás en el ascensor un piso. También debes observar lo que ocurre.

¿Cómo serán las medidas que se observen en la balanza y en el dinamómetro cuando subes y bajas en el ascensor?

¿Por qué crees que ocurrirá lo que dices?

Intenta escribir una hipótesis usando las respuestas a las preguntas anteriores.

Luego que cada estudiante respondió. Y luego de que cada grupo construyó una única respuesta. Incluso después que todo quedó registrado en el cuaderno especial que lleva cada estudiante, podríamos llamarle bitácora, ... se hace la actividad experimental.

Se hace lo que se explicó a los estudiantes en la guía. De la misma forma en que se presenta y con los mismos materiales. Si se llegara a modificar alguna variable, las respuestas dadas por los estudiantes carecerán de valor. La actividad se habrá "contaminado".

Es muy importante que el profesor o profesora vele porque todos sus estudiantes hagan y registren las observaciones experimentales. Nada "observamos" considerando solo el inicio y el final, entre ambos instantes hay muchas cosas que van ocurriendo y un buen observador hace un registro de todas ellas. Esas observaciones pueden constituir un importante sustento para un argumento e incluso puede ser la respuesta directa a alguna pregunta que se hace.

2.2.3.3. Comparación y contraste

Aquí es donde se afianzan los conocimientos previos de los estudiantes o donde se producen las modificaciones de los mismos. Aquí es donde se manifiesta el aprendizaje que pudo haber obtenido cada estudiante. Una vez que se han obtenido los resultados experimentales es hora de ver si las predicciones e hipótesis hechas por los estudiantes en forma individual y grupal se ven o no confirmadas.

Se espera que si lo predicho por los estudiantes se constata en la observación experimental, hay un argumento empírico que da validez a los conocimientos previos que tenían. Si no se cumple lo predicho, entonces debe promoverse una modificación de los conocimientos previos.

Cualquiera sea la situación, lo interesante es que; acertado o no el conocimientos previos, sobre un tema específico, el aprendizaje proviene de una verificación experimental. Y la actividad fue realizada por los propios estudiantes... ANTES que se enseñara formalmente el tema que muestra el objetivo de la actividad.

Es casi un descubrimiento. Es una construcción del conocimiento con alto grado de autonomía. Si todo marcha bien, no debería haber contradicción, entre lo que dice el profesor y los libros y lo que ocurre en la actividad, sobre todo si la preparación previa de la clase y los experimentos fue cuidadosa, en cuyo caso el aprendizaje logrado



puede constituirse en un aprendizaje significativo, y son estos aprendizajes los que poco a poco logran modificar las conductas de las personas.

En esta fase es importante, y en todas las anteriores también, que los estudiantes – como grupos de trabajo – hagan públicas sus observaciones, respuestas, predicciones y ahora sus comparaciones. Así el trabajo tomará un rasgo más importante en lo colectivo.

También es útil que el profesor o profesora, en este paso casi final, organice las ideas y los aprendizajes logrados dando un lenguaje más apropiado o más coherente. No hay que modificar sustancialmente lo que plantean los propios estudiantes, pero hay que velar porque no se aprendan "errores". Se puede avanzar más en esta fase y pasar a comprobar si las primeras preguntas que se hicieron, las de la fase de focalización, estaban o no debidamente argumentadas. Y quizás habrá que corregir alguna de las respuestas dadas, especialmente si alguna se refería a alguna situación donde el estudiante no tuviera una vivencia previa (situación que hay que tratar de evitar).

2.2.3.4. Aplicación

En esta fase está la primera verificación, si el objetivo que se había propuesto para la actividad ha sido logrado con éxito.

Es una fase donde se transfiere lo aprendido a otras situaciones que no necesariamente se han planteado en la actividad hasta el momento. La transferencia de los aprendizajes es un gran desafío de todo el proceso de enseñanza – aprendizaje y aquí tenemos la ocasión de incluirla en una fase metodológica.

Siguiendo con el ejemplo de medir "el peso" de un objeto. Podría pedirse a los estudiantes que respondan preguntas tales como comparar pesos y masas al medirlas en los distintos puntos geográficos de la Tierra, en la Luna o en otro lugar "celeste".

Podría preguntarse por qué un joyero usa una balanza y no un dinamómetro para "pesar" sus metales precisos.

Y bueno, los alcances que puede tener esta fase están limitados – en gran medida – por los propios conocimientos previos de los profesores o sus habilidades para formular preguntas y/o plantear situaciones.

Hasta aquí llega la aplicación con la metodología indagatoria. Algunas cosas que conviene destacar porque muchas de ellas surgirán durante el desarrollo de esta aplicación metodológica se listan a continuación.

a) El estudiante:

- Realiza una actividad cercana a sus vivencias, que no le es ajena
- Construye sus propios aprendizajes
- Confirma o modifica sus preconcepciones
- Desarrolla la habilidad de argumentar sus respuestas y sus observaciones
- Desarrolla habilidades de lectoescritura y de oratoria



- Practica la observación como un recurso que favorece el aprendizaje.

b) El profesor o profesora:

- Aprende a diseñar y construir guías que contribuyen a que el estudiante logre un aprendizaje pasando por etapas que son progresivas, lo que le llena de satisfacción.
- Presenta al estudiante la ciencia que es real, no la idealizada por los libros y profesores.
- La imagen del científico que se proyecta puede ser tal que motive a los estudiantes a continuar estudios sobre ciencias naturales básicas.
- Se constituye en un asesor y no conductor.

c) La responsabilidad del aprendizaje está centrada en el estudiante y corresponde al profesor brindar la oportunidad de aprender.

d) La carencia de materiales de laboratorio no es un impedimento, sino un reto para la creatividad, además que puede solicitarse la colaboración de la comunidad para la realización de actividades.

Otro aspecto que no debemos descuidar, y se reconoce que hasta aquí ha sido poco considerado, al parecer, por los gestores de la metodología, o que por lo menos no se hace evidente en la literatura que empieza a aparecer, es el enfoque social que debe tener, toda disciplina científica. No se viven tiempos donde la investigación y la construcción del conocimiento científico se hagan en forma pura como muchos creían, movida solo por el afán de saber y conocer más, limpia de todo tipo de filtro. Una ciencia, y una tecnología, neutra.

Un planteamiento que se ha usado mucho es decir que *"la ciencia solamente es..., lo que ocurra con ella depende de los hombres"*. Actualmente esa afirmación ha sido superada. La ciencia y la tecnología no son neutras.

Es cuestión de "indagar" un poco y nos vamos a dar cuenta que esos grupos de saberes están cruzados por una gran cantidad de perspectivas, tendencias y puntos de vista que promueven, facilitan o entorpecen el desarrollo del conocimiento, tema ampliamente examinado en la primera unidad. Los grupos religiosos, los grupos ambientalistas, las predilecciones políticas, los grupos de elite financiera y muchos otros más, imponen sus condiciones para la construcción del conocimiento.

En diversos países son las universidades las que hacen el mayor aporte a la construcción de conocimientos, y éstas casas tienen sus propios fundamentos y, por lo mismo, dan o quitan facilidades, favorecen o desfavorecen posibles líneas de investigación.

En países más desarrollados son las empresas, en gran medida, las que hacen investigación y construyen conocimiento, pero ellos están ligados – obviamente – a los intereses de las mismas.



Existen países donde los líderes políticos y/o religiosos imponen sus principios casi totalitarios para prever y promover que el conocimiento se ajuste a las necesidades que ellos tienen. En fin, la ciencia y la tecnología de hoy se construye, mayormente, de acuerdo a los requerimientos de la sociedad y la sociedad se comporta de acuerdo a los resultados de la ciencia y la tecnología. Esta relación Ciencia – Tecnología – Sociedad es una realidad incuestionable y está para quedarse definitivamente.

Entonces, y volviendo al tema de la metodología indagatoria debería incluirse una fase donde se analice el producto científico objetivo del estudio, en su relación con el comportamiento de la sociedad. Una instancia donde se puede hacer sin agregar fases adicionales es usar la etapa de Aplicación, aquí se puede plantear el tema de la relación científica y/o tecnológica con lo social y viceversa.

Si vamos a enseñar una ciencia real y no ideal, entonces asumamos que la realidad del trabajo científico está sujeta a la relación Ciencia – Tecnología – Sociedad⁴ Verdugo F. H. (2006).

2.3. La formación del profesorado

En este contexto, el docente es un mediador fundamental, que ofrece la oportunidad para que el estudiante fluya en este recorrido, utilizando la metodología indagatoria como herramienta significativa para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Por tanto, su preparación es condición indispensable para la bienandanza de estos proyectos de mejoramiento de la calidad educativa.

¿Qué aspectos incluye la capacitación de los docentes para emprender el camino de la enseñanza basada en la indagación?

Las experiencias en países que llevan a cabo proyectos con cobertura amplia se ha preparado al profesorado con el apoyo de recursos como la Internet, en otros casos las capacitaciones inician con cursos intensivos y para garantizar la sostenibilidad luego se ofrece acompañamiento en línea. Existen equipos de expertos que preparan recursos como unidades didácticas, guías de actividades para que los maestros y maestras con quienes mantienen comunicación, las desarrollen y validen con su puesta en práctica de acuerdo a sus condiciones particulares, convirtiendo estas comunicaciones interactivas en espacios de aprendizajes.

En el proyecto Ondas en Colombia (2010), se crearon redes de maestros y maestras pertenecientes a un mismo nivel o grado, de manera que colaborasen entre sí compartiendo opiniones, problemas y soluciones, con el objeto de fortalecer su formación.

Las capacitaciones además de trabajar aspectos relacionados a la metodología ECBI, también abarcan los contenidos curriculares que deben saber los profesores para enseñar a sus estudiantes. De manera que cuando se desarrollan las capacitaciones el

⁴ Verdugo Fabiani H. (2006), Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación. Universidad de Chile.



docente y la docente asumen el rol de alumnos, y el experto en contenido y metodología, el rol del profesor. El profesor y profesora vivencian la clase que luego replicarán con sus alumnos. La filosofía de la capacitación debe ser “aprender haciendo”. Mientras se desarrolla la capacitación el profesor trabaja con sus estudiantes en la consolidación de su competencia para usar la estrategia propuesta. Las experiencias demuestran que la duración debe ser aproximadamente de un año.

Pongo en práctica lo aprendido

a) Los participantes reunidos en grupos de cinco examinamos los principios en que se fundamenta ECBI, valorando la pertinencia de cada uno en relación a: (1) el contexto; (2) con nuestras concepciones acerca de lo que debe ser la enseñanza de la ciencia.

Principio	Explicamos por qué es o no pertinente al contexto.	Explicamos porque es o no pertinente con nuestras concepciones.

b) He examinado reflexivamente las características y la metodología ECBI, y considerando que como docente he practicado por años mi forma de enseñar:

b.1. Identifico y escribo cuáles de mis saberes serán la base para producir un cambio metodológico.

b.2. Identifico y escribo cuáles de mis saberes necesitan ser reestructurados para producir un cambio metodológico.

Aplico lo aprendido a mi contexto educativo

Un compromiso asumido con nuestra participación en este curso ha sido que debemos replicar lo que hemos aprendido, en el contexto del trabajo diario. Con el apoyo de mis compañeros de centro, elaboramos un pequeño plan de intervención para desarrollar en el círculo de calidad de mi centro, una capacitación con los otros profesores de ciencias que no pudieron participar en el diplomado. El plan debe reflejar una selección de contenidos o temas a discutir, estrategias de acción, los tiempos con fechas probables, centro educativo y nombres de los facilitadores del círculo.



Extendemos las aplicaciones de la unidad

2.4. Material de trabajo

El material de trabajo que entrega el profesor a los estudiantes está organizado en un protocolo o guía, que orienta en forma adecuada la aproximación a la metodología ECBI. A fin de estudiar este componente metodológico, se han dispuesto un conjunto de guías o protocolos que están acompañados de recomendaciones o sugerencias metodológicas para que el docente inicie su trabajo de manera asistida y poco a poco alcance seguridad en el empleo de la metodología.

Los originales de estas guías fueron diseñadas para acompañar un estudio de la metodología ECBI llevado a cabo en Chile durante los años 2003-2005. Aun cuando las guías a desarrollar no tratan la particularidad de contenidos de ciencias de los primeros grados, se eligió un tema central que se estudia no solo en los últimos grados de primaria sino que se continúa estudiando hasta en los primeros años de secundaria desde la perspectiva de dos ciencias: física y química.

De manera que el estudio de *la materia* que es el tema de las guías, por ser generador, admite muchas formas de tratarlo. En este curso lo haremos desde la perspectiva experimental. Esperamos que al ilustrar la metodología ECBI ligada con el estudio de la materia los maestros y maestras experimenten verdaderamente la satisfacción del hecho cognitivo, asumiendo los roles de aprendices unos y maestros otros, durante las simulaciones. Ya tendrán más tarde la oportunidad de avanzar en esta vía, abierta hoy, hacia la innovación y superación personal. Si comprenden hoy lo que es ECBI y como se implementa, seguramente los participantes llevarán esta experiencia a sus ambientes de trabajo.

2.5. Estructura y organización de los talleres

Ensayando una aplicación de ECBI, aprendo sobre ECBI

En vista que el tiempo del cual se dispone es mínimo para informarse y a la vez prepararse para alcanzar el nivel de “usuarios” de la metodología ECBI, se ha pensado cuidadosamente en cómo lograrlo y se cree en la conveniencia de hacerlo a través de la participación de *todos* para hacer de la experiencia de este día una tarea lo más realista posible. La tarea a realizar hoy, parte de un verdadero problema, afín al trabajo diario de los y las docentes, pero problema real y retador. *¿Cómo resolver en tiempo limitado, la tarea de organizarnos como actores, apropiarnos adecuadamente de los contenidos, medios y demás; para finalmente desarrollar una clase de ciencias con estudiantes del nivel en el cual laboramos?*

Se espera que la participación en esta actividad permita que se identifiquen las fases, características y demás componentes de la metodología ECBI puesta en acción a través de la representación que hará cada grupo de la clase con el tema que le toque (talleres). También se podrán gestar preguntas valiosas en torno al contenido científico tratado en las simulaciones y sobre la metodología seguida, para lo cual el gran grupo en el plenario final se deberá esforzar en brindar ayudas/respuestas ante la necesidad



real de conocer más. En el caso que no se logre unificar las respuestas del grupo, la docente ofrecerá respuestas más ajustadas a la conceptualización y naturaleza del curso.

Antes de presentar las tres guías que permitirán preparar y conducir los talleres, se recomienda examinar lo que incluyen éstas, para obtener una idea más integral de las mismas y prestar especial atención a los objetivos.

- Un listado de *conocimientos previos*, que se supone son del dominio de los estudiantes.
- Los *objetivos* conductuales de los estudiantes, válidos en la clase.
- Una *introducción* que sitúa en forma general a través de una actividad corta a los estudiantes en lo que harán en la clase y sugiere al docente la exploración de ideas previas.
- Se describe el *contexto* indicando al o la docente lo que puede encontrar en los saberes de los alumnos en esta etapa, puntualizando en los posibles errores conceptuales y de procedimientos.
- Listado de *los materiales para el taller*.
- Orientaciones para la *preparación* de todos los experimentos y otros recursos materiales que se han de usar en la clase; orientaciones que puede seguir el o la docente durante su preparación.
- Se proponen con detalle todas las actividades y procedimientos *para comenzar* a dirigir el trabajo con los estudiantes en la clase. En el caso de usar materiales que encierran riesgo para los estudiantes, se indica en esta parte.
- Una vez que los estudiantes finalicen las actividades experimentales se les pide que realicen otras tareas de *reflexión* sobre los resultados de las observaciones, aquí se ofrecen lecturas y explicaciones del o la docente para completar la información sobre el tema de la clase, con base a los errores y obstáculos observados en los estudiantes.
- La guía ofrece *extensiones* o aplicaciones del tema a nuevas situaciones ajenas a lo visto y experimentado en la clase y orienta sobre la evaluación.
- Incluye las guías que han de manejar los estudiantes en la clase.

Considerando que la guía abunda en información, es de mucho provecho reflexionar sobre los objetivos del taller, para enfocarse mejor en la preparación del mismo y en la puesta en práctica del mismo, porque ellos indican los resultados concretos esperados.

Son objetivos/resultados de cada taller:

1. Organizar colectivamente la modelización de una clase, partiendo de la lectura reflexiva de los insumos suministrados en las guías de los talleres, desde la perspectiva de usuarios.
2. Asumir los roles de enseñantes y aprendices en la modelización de la clase, mostrando en la ejecución dominio científico y metodológico del enfoque ECBI.
3. Organizar, disponer y utilizar correctamente los medios y recursos en la parte experimental de la clase modelo.



2.5.1. TALLER 1: Nuestras ideas sobre la materia

Actividades Indagatorias 8
Horas pedagógicas 2

CONCEPTOS

Durante la lección los estudiantes demostrarán que están familiarizados con los siguientes conceptos:

- Diferentes estados de la materia.
- Cambios de estado de la materia.
- Volumen y masa de la materia.
- Flotación o hundimiento.
- Expansión térmica.
- Mezclas.
- Solubilidad e insolubilidad.

OBJETIVOS DEL ESTUDIANTE

Seguir las instrucciones para realizar un recorrido indagatorio, con respecto a las propiedades de la materia, en diferentes puestos de trabajo.

- Observar y describir los ejemplos.
- Realizar mediciones exactas de volumen y temperatura.
- Registrar las observaciones y resultados.
- Explicar lo observado utilizando palabras e ideas propias.
- Aplicar prácticas de seguridad y técnicas apropiadas en los laboratorios.

INTRODUCCIÓN

En este taller introductorio, los estudiantes investigarán algunas características de la materia. Durante la sección inaugural de la "lluvia de ideas", se definirá el término "materia" y cómo se puede utilizar este concepto durante la clase.

Luego, los estudiantes realizarán un recorrido de ocho preguntas cortas en las cuales observarán cómo se comporta la materia. Enseguida se utilizarán estas observaciones como base para generar una discusión en parejas, en pequeños grupos y con todo el curso. Estas interrogantes están diseñadas para:

- Mostrar a los alumnos/as los diversos estados de la materia.
- Permitirles que observen las propiedades químicas y físicas de la materia.
- Manifiestar una visión general de las propiedades de la materia (las preguntas están relacionadas a los temas que serán indagados a lo largo de todas las talleres).
- Acostumbrar a los estudiantes a trabajar en grupo.
- Ayudarlos a aprender a utilizar medidas de seguridad durante el trabajo de laboratorio y a tener un comportamiento apropiado.



Esto permitirá que el docente tenga evidencias de:

- El conocimiento que tienen los alumnos/as sobre los conceptos utilizados en la clase.
- Errores conceptuales que tengan los alumnos/as en relación a las propiedades de la materia.
- El uso, por parte de los estudiantes, del lenguaje y términos cuando se refieren a las propiedades de la materia.
- El nivel de habilidades (como la habilidad para medir volumen y utilizar instrumentos de medición).

CONTEXTO

Los alumnos y alumnas descubrirán que el término "materia" tiene varios significados. Esta clase se enfoca a lograr su definición en el ámbito de la ciencia física, considerando que la materia tiene una masa y ocupa un espacio. Aunque los estudiantes pueden haber escuchado diferentes términos para referirse a la materia (por ejemplo, "sólidos", "líquidos", "gases", además de "elementos" y "compuestos"), es probable que muchos no entiendan lo que estos términos realmente significan, especialmente en el ámbito científico.

Se recomienda informarse sobre: "*¿Qué es la materia?*" y "*¿De dónde viene la materia?*", ya que es conveniente reforzar la definición de materia, los conceptos de masa y volumen, y sobre algunas ideas acerca del origen del Universo, contenidos que atiende el siguiente taller.

ERRORES CONCEPTUALES

Las preguntas pueden develar conceptos errados que son comunes en los estudiantes con respecto a sólidos, líquidos y gases.

- Los alumnos pueden creer, equívocamente, que el aire no es un gas. Comúnmente asocian este término con el gas para cocinar.
- Pueden pensar erróneamente que el aire y otros gases no son formas de la materia, ya que son invisibles y su masa no es obvia.
- Pueden clasificar erróneamente a todas las sustancias que son capaces de fluir como líquidos.
- Frecuentemente, se confunden al momento de clasificar polvos, por considerarlos un estado intermedio entre el líquido y sólido.
- Pueden pensar erróneamente que todos los líquidos son agua o la contienen.
- Pueden pensar que los sólidos son indestructibles o tener dificultades al clasificar plásticos o unos materiales flexibles como los sólidos.

Estas interrogantes pueden revelar malas interpretaciones que se relacionan con otros conceptos. Algunos de estos se discuten en la sección de evaluación y pueden ser revisados durante futuros talleres, cuando los estudiantes sean capaces de volver a pensar en sus conceptos originales y rectificarlos bajo la luz de nuevas indagaciones.



MATERIALES para el taller 1

Para el profesor

1 balanza digital de 0,1 g de error

Para cada estudiante

Hojas del Estudiante: 1.1 Nuestras ideas sobre la materia, anexo 2

1 par de lentes de seguridad

Para todo el grupo

Chimbombas (2), Botellas plásticas de 2 L (2), recipientes con agua caliente sin tapa (2), recipientes de plástico transparente (2), Agua helada (para llenar los dos estanques hasta la mitad), recipientes con pelotas y cubos de plastilina (2), probetas de 100 mL (2), candelas (2), cajas de fósforos (2), vasos de precipitados de 250 mL (4), tubos de ensayo (20 x 150 mm) (2), gradillas para tubos de ensayo (2), tapas de placas Petri (20), tarro de espuma de afeitar (1), trozos de granito (2), lupas (4), cucharas de plástico (2), pinzas (2), pipetas (2), frascos con arena blanca (2), frascos con cristales grandes de permanganato de potasio, botellas con líquidos inmiscibles y de diferente color (por ejemplo, azul y transparente) (2), discos pequeños de papel de aluminio (4), termómetros (4), tabletas efervescentes cortadas por la mitad (8), hojas tamaño carta (8), lápices marcadores (uno para cada grupo) (8).

PREPARACIÓN

1. Haga una copia de la Hoja del Estudiante: 1.1 *Nuestras ideas sobre la materia*, para cada estudiante (anexo 2).
2. En la parte superior de la hoja anote el número de actividad indagatoria y el título. Estas hojas se usarán cuando los alumnos hayan completado todas las indagaciones.
3. Los estudiantes trabajarán en pares. Los puestos de cada indagación deben estar lo más separados posible. Coloque una copia de cada tarjeta de preguntas en cada estación.
4. Instale los materiales experimentales para las Actividades de Indagación 1.1 – 1.8, siguiendo las instrucciones que van bajo cada una.



Preparación para la Actividad Indagatoria 1.1: La botella y el globo

1. Infle el globo hasta que llegue a tener 5 cm de diámetro (ver figura 1.1 A)
2. Ajuste el globo al cuello de la botella de plástico de 2 L (ver figura 1.1 B)
3. Llène el baño de agua caliente hasta la mitad. Procure que el agua caliente se mantenga entre los 60° y 70° C.
4. Llène la mitad del recipiente de plástico con agua helada (a menos de 10° C), se debe agregar hielo a lo largo de la clase para mantener esta temperatura.
5. Revise la temperatura de ambos recipientes de agua regularmente.

Preparación para la Actividad Indagatoria 1.2: Objetos similares

1. Fabricar las pelotas y cubos siguiendo las siguientes instrucciones:
 - A. Desenvuelva el bloque de masilla para moldear.
 - B. Córtelo en partes iguales.
 - C. De un pedazo fabrique una esfera que quepa dentro de una de las probetas de 100 mL.
 - D. Pese la esfera en la balanza digital
 - E. Ajuste el tamaño de los demás pedazos para que tengan la misma masa que la esfera.
 - F. Con estos trozos fabrique otra esfera y dos cubos. Asegúrese de que cada uno de los bloques quepa en la probeta de 100 mL.
 - G. Coloque estas piezas sobre una bandeja forrada con papel aluminio en un horno de cocina.
 - H. Hornee a fuego medio 15 minutos.
 - I. Permita que las piezas se enfríen.
2. Coloque una esfera, un cubo y un recipiente con agua en una mesa cerca de un lavamanos o de un recipiente donde puedan desechar agua sucia.
3. Sobre la mesa coloque una probeta de 100 mL.

Preparación para la Actividad Indagatoria 1.3: La vela encendida

1. Coloque una vela sin prender en el puesto.
2. Deje a su lado fósforos y un vaso precipitado de 250 mL.

Preparación para la Actividad Indagatoria 1.4: Describiendo la materia

1. Marque dos placas petri como A y B, respectivamente.
2. Llène la placa petri A con espuma de afeitar. Es recomendable dejarla estar una hora, lo que permite que las burbujas se expandan y se hagan fácilmente visibles con una lupa.
3. Coloque un pedazo de granito en la placa petri B.
4. Deje a su lado dos lupas.

Preparación para la Actividad Indagatoria 1.5: Añadiendo agua

Reúna lo siguiente:

8 placas petri o sus tapas, 1 bandeja (para transportar las placas petri sucias)
1 cuchara grande de plástico, 1 pinza, 1 pipeta, 2 lupas, 1 vaso precipitado de 250 mL, lleno hasta la mitad con agua, 1 frasco con arena blanca, marcado "sustancia



A", 1 frasco con cristales grandes de permanganato de potasio, marcado "sustancia B".

Preparación para la Actividad Indagatoria 1.6: Mezclando Líquidos

1. Tome la botella que contiene dos líquidos inmiscibles (como aceite para bebé y agua).
2. Colóquela en la estación de la Actividad Indagatoria 1.5.

Preparación para la Actividad Indagatoria 1.7: Flotación o hundimiento

1. Tome dos de los pequeños discos de papel de aluminio. Uno, dóblelo 2 ó 3 veces, compactándolo con un martillo u otro objeto pesado para eliminar el aire entre las capas. Asegúrese de que la placa compactada se hunda en el agua. Deje la otra placa como esta.
2. Llene un recipiente de plástico con agua hasta la mitad.

Preparación para la Actividad Indagatoria 1.8: La tableta efervescente

Reúna lo siguiente:

- 1 tubo de ensayo de 20x 150 mm en una la gradilla
- 1 termómetro
- 4 tabletas efervescentes (partidas por la mitad y puestas sobre una placa petri).

Los estudiantes deben tener acceso a un lavamanos para la obtención de agua y la eliminación de líquidos. Como alternativa se pueden usar botellas de plástico de 2L y fuentes para vaciar los líquidos desechables.

Para comenzar

1. Los estudiantes deben formar grupos de 4 personas. Entregue a cada alumno una copia de la Hoja del Estudiante: 1.1.
2. Comience la sesión con la clase "propiedades de la materia". Pida que discutan en sus grupos los diferentes significados para la palabra "materia". Deben escribir sus definiciones en el espacio correspondiente en la hoja. Las definiciones más comunes incluyen un sustantivo.
3. Luego de 5 minutos, comience una sesión de "lluvia de ideas" con todo el grupo. Discuta las definiciones de los estudiantes y anótelas agrupadas, si tienen significados comunes, en un pizarrón o papelógrafo. Pregunte cual grupo de significados les parece más apropiado. Pídales que voten por la definición que consideran que es la más exacta para el contexto de la clase.
4. Los estudiantes deben escribir la definición elegida en el espacio correspondiente en la hoja.
5. Explique a los estudiantes que en las siguientes dos clases trabajarán en grupos de 4 para investigar las propiedades de la materia. Destaque que el objetivo de estas investigaciones es demostrarles que ellos ya conocen la materia y su comportamiento, y ayudarles a determinar cuánto han aprendido al llegar al final del taller.



Medidas de Seguridad

Todos los alumnos/as deben usar lentes protectores. Indique cómo y por qué deben usarlos. Advértales que el Permanganato de Potasio puede teñir la ropa y las manos. Enséñeles cómo tomar los cristales con las pinzas.

6. Reparta un par de lentes a cada estudiante.
7. Explique lo siguiente:
 - Los estudiantes deben seguir las instrucciones en la guía puesta en cada puesto.
 - Cada grupo tiene 7 minutos para realizar cada experimento; cuando resten 2 minutos, se dará un aviso para que terminen el ejercicio y dejen ordenado (si es necesario, se les da más tiempo).
 - Cada puesto debe quedar como estaba antes del experimento.
 - Los alumnos/as deben escribir sus respuestas lo más completas posible en los espacios correspondientes de las hojas entregadas.
8. A medida que los alumnos avanzan de puesto en puesto, cuide que los aparatos no los entorpezcan. Por ejemplo, explíqueles el uso correcto de la probeta y del termómetro. Explíqueles brevemente las instrucciones que deben seguir para cada experimento.
9. Asigne un número y estación desde 1.1 hasta 1.7 y desde 1.1.A hasta 1.7.A, de acuerdo a la cantidad de grupos en el curso.
10. Pregúnteles si tienen alguna pregunta con respecto al procedimiento que deben seguir. Recuérdeles que deben leer las instrucciones para cada indagación antes de comenzar el ejercicio.

Procedimiento

Envíe un grupo de estudiantes a cada una de las diferentes actividades y déjelos que comiencen. Circule por los diferentes puestos de trabajo. Use esta oportunidad para escuchar y registrar las observaciones y conclusiones de los estudiantes.

Después de 7 minutos, se cambian a la próxima actividad. Cuando todos han completado el circuito, se les da unos minutos para completar y revisar sus respuestas.

Reflexiones

1. Reparta a cada grupo una hoja que tenga el número y título de la actividad indagatoria.
2. Con un marcador, cada grupo tiene 1 minuto para anotar una observación acerca de la indagación y la conclusión correspondiente.
3. Luego de 1 minuto, cada grupo debe pasar a la hoja de la siguiente actividad indagatoria.
4. Luego de que cada grupo haya escrito sus observaciones y conclusiones, pegue las hojas en la pared con cinta adhesiva.
5. Lea algunas de las ideas y pregúnteles sus opiniones. Fíjese en las inconsistencias que resultaron de una mala interpretación, pero evite tener una



reacción negativa frente a las ideas de los alumnos. No clasifique las respuestas como correctas o incorrectas. Retire las hojas de la pared al final de la clase.

Tarea

Los estudiantes leen "*¿Qué es la materia?*" de la Guía del Estudiante y contestan en ella las preguntas que acompañan el texto.

Extensiones

1. Muchos estudiantes pueden tener dificultades al describir la materia. Una habilidad clave de este taller es la capacidad de observar. Para ayudar a los estudiantes a ser mejores observadores comience una sesión de "lluvia de ideas". Entregue al curso al menos 2 objetos y pídale que piensen en todas las observaciones que puedan hacer sobre ellos. Anote sus observaciones en un Diagrama de Venn. Para que sea más fácil descubrir características comunes o exclusivas, elija objetos simples (por ejemplo rocas y ladrillos). Ver figura 1.2.

Pieza de granito

Ladrillo

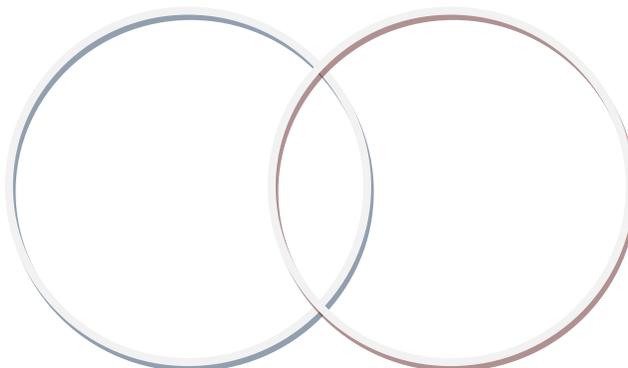


Figura 1.2 Utilice un diagrama de Venn para registrar las observaciones de los alumnos.

2. Los estudiantes leen "*¿De dónde viene la materia?*" (al final de la lección 1 de la Guía del Estudiante). Converse con ellos cómo se conocen los detalles de las primeras teorías sobre el origen del universo. Puede usar las preguntas que acompañan al texto para discutir las observaciones, hechos y teorías y su uso en la ciencia.
3. Compare cómo las diferentes culturas tienen una teoría distinta sobre el origen del universo y la materia que contiene.



Evaluación

Este taller está pensado para que sea una preevaluación formativa que le ayudará a ver cuánto saben sus estudiantes y qué conceptos errados pueden tener, es una clase de iniciación de la unidad.

Aunque puede dar puntaje a ciertas observaciones o respuestas, pero no puede otorgarle un puntaje a la explicación de un estudiante para un fenómeno. Este ejercicio introductorio da la oportunidad para encontrar y completar algunas lagunas en el conocimiento de los alumnos o algunos errores de interpretación de términos y conceptos que pudieran generar confusión más adelante. También puede dar un puntaje al comportamiento y el uso de medidas de seguridad en el laboratorio.

Utilice la siguiente información como una guía para ayudarlo a identificar los conceptos clave, habilidades y términos en los que se enfoca cada actividad indagatoria.

Actividad Indagatoria 1.1: La botella y el globo

Cuando discuta este experimento, refiérase a los cambios en la rigidez del globo y de la botella cuando están en agua caliente o fría. Esté alerta a encontrar que los estudiantes relacionan estos cambios al cambio de temperatura de la botella y cómo este cambio afecta al volumen de aire que hay dentro de la botella y el globo.

Puede que algunos mencionen los términos "expansión", "contracción" y "presión de aire". Anímelos a utilizar estos términos para explicar los fenómenos.

Actividad Indagatoria 1.2: Objetos Similares

La determinación del volumen de los objetos por desplazamiento del volumen de un líquido se da en el taller 2.

Observe la técnica de los estudiantes para realizar el experimento. Esto incluye el uso correcto de la probeta y el cálculo del volumen de los objetos. Determine si necesitarán más tiempo para realizar este ejercicio. La pregunta 2 de la Hoja del Estudiante indicará si el alumno está acostumbrado a utilizar la masa como una forma de medir la materia. Fíjese si mencionan "pesar" o ciertas unidades específicas de masa, sin utilizar el término "masa".

Actividad Indagatoria 1.3: La vela encendida

Las respuestas de los alumnos a estas indagaciones dependerán de su habilidad para observar. Seguramente, encontrará que lo que entienden por "observar" variará mucho.

En la ciencia, la observación no se limita a la percepción visual; sin embargo, muchos estudiantes pueden poner esta restricción y no mencionar, por ejemplo, que la llama está caliente. Esté preparado para escuchar una amplia gama de respuestas, desde una tan general como "la vela está encendida", hasta observaciones detalladas sobre el



color de la llama, los cambios de estado físico que ocurren en la punta superior de la vela, el calor, luz y la producción de humo.

Las preguntas 2 y 3 de la Hoja del Estudiante pueden provocar respuestas como "el aire se está consumiendo", "se está asfixiando la vela", y "no hay aire dentro del vaso". Vea que los estudiantes discutan acerca de las características de la llama de la vela en términos de la reacción entre la vela (durante la combustión) y el aire (o un componente del aire).

Actividad Indagatoria 1.4: Descripción de la materia

Al comparar las propiedades de la materia es esencial hacer una descripción con observaciones precisas y en forma cuidadosa. Durante esta actividad concéntrese en las capacidades de los alumnos en estas áreas y en el lenguaje que usan para describir ambas sustancias. Puede ser problemático describir y clasificar la espuma, que tiene las 3 formas de presentación de la materia (mantiene su forma como un sólido pero está constituida de líquido y de gas). Busque comentarios que identifican a ambas sustancias como mezclas y su explicación para ello. Este ejercicio da la oportunidad para que describan la materia con palabras tales como textura, color, dureza, olor o forma (por ejemplo, "cristalino").

Actividad Indagatoria 1.5: Agregando agua

Esta interrogante da la oportunidad para conocer el conocimiento básico que puedan tener los alumnos de conceptos como disolver, insoluble y fusión, y para apreciar las habilidades de los estudiantes para observar y dibujar. Ponga atención en el lenguaje que usen para referirse al proceso de disolución; no se fije sólo en los términos correctos, sino que en expresiones como "esparcir", "desapareciendo" y "fusionando". Además, note cómo clasifican las sustancias, según si son solubles o no.

Actividad Indagatoria 1.6: Mezclando líquidos

Esté alerta a las observaciones y descripciones de cómo ambos líquidos se comportan, no sólo en términos de su incapacidad para mezclarse (no miscibles), sino también a su posición en relación a la botella. Fíjese si los estudiantes no se dan cuenta de ello.

Actividad Indagatoria 1.7: Flotación o hundimiento

Este es el tema del taller 3. Seguramente, los alumnos han hecho investigaciones previas de flotación y hundimiento, pero probablemente no lo han relacionado con la densidad. Recalque que aunque dos objetos estén hechos del mismo material y tengan la misma masa, uno flota y el otro se hunde. Quizás algunos sean capaces de relacionar la flotación o hundimiento con el volumen de agua desplazado, y tal vez utilicen términos como *masa*, *peso*, *volumen* y *densidad*.

Actividad Indagatoria 1.8: La tableta efervescente

Esté alerta a los registros de datos, mediciones y observaciones que hagan los alumnos y el lenguaje que usen para describir los cambios que ocurren. Dirija su atención a cualquier referencia en relación al proceso de disolución, diferentes fases de



la materia (burbujas de gas, tableta sólida, agua líquida) y el concepto de reacción química o cambio relacionado a una variación de temperatura.

NOTA: Las hojas para los estudiantes están en el anexo No 2.

2.5.2. TALLER 2: Determinando la densidad

Actividades Indagatorias 3

Horas pedagógicas 2 - 3

Conceptos

- La materia tiene masa.
- La masa se mide en gramos y se usa una balanza para medirla.
- La materia tiene volumen.
- El volumen se mide en centímetros cúbicos o mililitros.
- La masa por unidad de volumen se llama densidad. Se mide en gramos partido por centímetro cúbico.
- La densidad es una característica propia de la materia.

Objetivos del estudiante

- Explicar las diferencias entre masa y volumen.
- Medir la masa, en gramos, usando una balanza digital.
- Medir el volumen de un líquido, en centímetros cúbicos (mililitros), usando una probeta.
- Calcular la masa de 1,0 cm³ de una sustancia.
- Reconocer que la masa de una unidad de volumen de una sustancia se conoce como densidad.
- Usar las dimensiones externas para calcular el volumen de un cubo regular.
- Medir el volumen de los objetos por desplazamiento de agua.
- Reconocer que la densidad es una característica propia de la materia.

Introducción

Este taller es el primero de cuatro que examinan el concepto de densidad. En la primera de las tres actividades indagatorias, los alumnos miden diferentes masas y volúmenes de agua con una balanza digital y una probeta, respectivamente. Ellos usarán la información obtenida para determinar la masa de 1 cm³ de agua. El término *densidad* se incorpora a partir de esta clase. Al medir la masa de diferentes volúmenes de agua, los estudiantes descubren que la densidad de la sustancia no varía si cambia la cantidad de sustancia. Luego, miden masas y volúmenes de diferentes sustancias, determinado sus densidades.

En la Actividad Indagatoria 2.2 calculan el volumen midiendo las dimensiones de un cubo. En la Actividad Indagatoria 2.3 miden el volumen de objetos más complejos a través del desplazamiento de agua. Luego, utilizarán los datos registrados para discutir sobre la densidad como una característica propia de la materia. Los resultados obtenidos de las Actividades 2.1, 2.2 y 2.3, son utilizados en el taller 3, en la cual los



estudiantes predicen el comportamiento de las sustancias en relación a sus densidades.

Contexto

En la ciencia física el término densidad se define como la masa por unidad de volumen de una sustancia. Se calcula midiendo la masa de un objeto y comparándolo con el volumen. En este nivel básico de enseñanza se puede aceptar que el gramo es la unidad de medida para la masa, y el centímetro cúbico o mililitro es la unidad de medición para el volumen. La unidad de medición usada para expresar la densidad de una sustancia es gramos divididos por centímetro cúbico (g/cm^3). La densidad es una propiedad característica de la materia y, bajo ciertas condiciones de temperatura y presión, puede servir para identificar tipos de materia. Una propiedad característica es una propiedad que no varía si cambia la cantidad de la masa, volumen y forma, por lo tanto, las propiedades características se refieren a sustancias, no a objetos.

Por ejemplo, el acero de un clavo, de una tuerca o del casco de un barco, tiene las mismas características. En la Actividad Indagatoria 2.1, los alumnos/as miden la masa de dos volúmenes diferentes de agua y calculan la densidad de agua con los dos datos. Ellos debieran obtener un resultado que se aproxima a $1\text{g}/\text{cm}^3$, lo que indica que la densidad del agua no varía al cambiar la cantidad de agua que se está midiendo, lo cual se aplica a todas las sustancias. Para los propósitos de esta clase, se considerará que la densidad del agua es $1\text{g}/\text{cm}^3$.

Frecuentemente se usa la densidad del agua como un punto de comparación con otras sustancias. El agua tiene una densidad relativa de 1, comparado con el aire (0,0013) y el oro, (19,3). Ya que en este taller los estudiantes medirán masa y volumen para determinar la densidad, se utiliza la expresión de g/cm^3 más que la densidad relativa, porque expresa más claramente que la densidad es la relación entre masa y volumen.

Al comienzo de esta unidad, es importante explorar los conceptos que tienen los alumnos sobre masa y de volumen. Muchos de ellos no relacionan volumen con espacio ocupado, ni mucho menos masa con cantidad de materia.

En este curso, no se intenta relacionar la densidad con el empaquetamiento de partículas, ya que la teoría atómica de la materia está en cursos de secundaria. Se ha tratado de simplificar el uso de la matemática. Los alumnos medirán el volumen de líquidos en una probeta y medirán el volumen de cubos de forma regular realizando cálculos simples basados en sus mediciones con regla. Este tipo de cálculo no se empleará para medir el volumen de formas irregulares, puesto que estas se medirán por desplazamiento (usando el principio de Arquímedes). Solamente será necesario que los alumnos sean capaces de leer la escala de las probetas y luego realizar una división.

Muchos estudiantes de esta edad encuentran difícil de entender los conceptos de volumen y de masa. Ya que la densidad se obtiene de la división de ambos, puede encontrar que los alumnos aún continúen usando los términos de "peso", o "pesadez" en vez de "densidad". De hecho, es común que los adultos usen el término de "ligero de peso" cuando se refieren a algo de baja densidad. Se puede considerar a la



densidad como "pesadez según tamaño", o mejor aún, "pesadez según volumen". Si los estudiantes discuten la densidad de distintas sustancias con estos últimos términos, ellos tendrán un excelente entendimiento del concepto.

En un taller posterior, muchos serán capaces de medir masa y volumen, calcular la masa por unidad de volumen y llamarlo densidad, y utilizar la densidad como una característica propia.

El texto "*¿Masa o Peso?*" de la Guía del Estudiante explica en términos simples la diferencia entre masa y peso. Alguno puede objetar el uso de los términos "balanza digital", que viene en el paquete, para medir la masa. Se usa el término "balanza" para cualquier instrumento que mide las unidades de masa; no sólo se refiere a balanzas de brazos. Es preferible usar el término "balanza", porque este último también se usa en otros contextos.

Errores conceptuales

Existen varios conceptos erróneos respecto a los términos masa, volumen, densidad, hundimiento y flotación. Algunos de los errores de interpretación más comunes son:

- Los alumnos/as pueden creer incorrectamente que la masa es el factor determinante para el hundimiento o flotación: eso es, que las cosas pesadas se hunden y las livianas flotan (la masa en la unidad de volumen, o densidad, es un factor determinante para la flotación o el hundimiento).
- Piensan erróneamente que como la masa y el volumen son formas de medir "cantidades", son términos intercambiables. (La masa es una medida de la cantidad de materia que contiene un objeto, y el volumen es la medida del espacio que ocupa).
- Asumen incorrectamente que la masa es afectada por los cambios de forma (la masa no es afectada por la forma, por ejemplo, como un pedazo plano de papel de aluminio flota, el alumno puede pensar que tiene menos masa que el mismo pedazo hecho una bolita. En realidad, flota producto de la tensión superficial sobre el agua).
- Los alumnos pueden creer incorrectamente que la densidad y el peso son lo mismo. (Peso es la fuerza de gravedad que actúa sobre un objeto, y se mide en newton, no es lo mismo que la densidad, y no se usa para calcular la densidad).
- Los alumnos pueden asociar el volumen al volumen sonoro, pero no al concepto de espacio ocupado, y en algunos casos, no comprender el concepto de "espacio" como tamaño (en tres dimensiones) de un objeto.

Materiales para el taller 2 Para cada estudiante

1 copia de la Hoja del Estudiante: 2.1 Midiendo la masa y volumen del agua (anexo 3).

1 copia de la Hoja del Estudiante: 2.2 Comparando las densidades de diferentes sustancias (anexo 3).

1 copia de la Hoja del Estudiante: 2.3 Midiendo las densidades de objetos irregulares (anexo 3).



Para cada grupo de 4 estudiantes

1 bandeja, 1 bloque de cera, 1 bloque de plástico transparente, 1 bloque de plástico blanco, 1 bloque de aluminio, 1 tornillo, 1 cilindro de cobre, 1 cilindro hueco de plástico, 2 probetas de 100 mL, 1 pipeta, Acceso a agua coloreada, Reglas con escala en milímetros y centímetros, Acceso a una balanza electrónica, Toallas de papel absorbente o diarios para secar, Calculadoras.

Preparación

1. Haga una copia de cada Hoja del Estudiante para cada estudiante (anexo 3).
2. Asegúrese de que las balanzas estén funcionando bien y de que las pilas estén bien puestas.
3. Mida la masa y volumen de los objetos para cada grupo de estudiantes. Estas medidas servirán para evaluar la capacidad de los estudiantes para hacer mediciones exactas.
4. Averigüe si los alumnos/as son eficaces para medir en forma precisa usando reglas, balanzas y probetas. Averigüe si están familiarizados con las unidades de medida de longitud, masa y volumen.
5. Los estudiantes deben leer el texto *¿Qué es la materia?* y contestar las preguntas al final del texto.

Para comenzar

1. Reparta las Hojas del Estudiante.
2. Genere una lluvia de ideas de los conceptos que los alumnos tienen respecto de los conceptos de masa y volumen. Separe aquellas ideas referidas a volumen como tamaño, y a masa como peso o materia.
3. Pregúnteles qué piensan de la diferencia entre masa y volumen. Deben escribir sus ideas en los cuadernos de bitácora. Anote sus ideas en el pizarrón o papelógrafo.
4. Revise los conceptos de masa y volumen, usando "*¿Qué es la Materia?*" del texto del Estudiante. Comience un debate sobre la diferencia entre masa y volumen y las unidades e instrumentos que se usan para medir cada uno.
5. Después de la discusión, los alumnos deben escribir sus propias definiciones para masa y volumen en sus cuadernos. Deben incluir las unidades e instrumentos que usarían para medir cada uno. Pregunte a tres o cuatro alumnos/as sus definiciones.

Actividad Indagatoria 2.1

Midiendo la masa y volumen del agua

Procedimiento

1. Un miembro de cada grupo debe tomar los materiales asignados por grupo. Los alumnos/as deben trabajar en grupos de cuatro y o en pares. Los pares dentro de los grupos compararán sus resultados para revisar la precisión con que se han tomado las medidas.
2. Explique que, además de estos materiales, deben usar una balanza digital que deben compartir.
3. Dé 2 a 3 minutos para que comenten las preguntas del paso 2 de la Guía del Estudiante. Estas preguntas, que vienen a continuación, están diseñadas para familiarizar a los alumnos con la escala de la probeta:
 - a. ¿Cuál es la unidad de medición de la probeta? (mililitro)
 - b. ¿Cuál es el volumen máximo que se puede medir en ella? (100 mL)



- c. ¿Cuál es el volumen mínimo que se puede medir en ella? (25 mL)
- d. ¿Cuál es la división más pequeña de su escala? (1 mL)

NOTA

Recuerde a los alumnos que 1 mL es lo mismo que 1 cm^3 .

4. Discuta con los alumnos/as sus respuestas a las preguntas.
5. Permita unos 3-4 minutos para que realicen el paso de la Guía del Estudiante junto a sus compañeros.
6. Con sus respuestas, construya un procedimiento en el pizarrón o en un papelógrafo con los siguientes componentes:
 - a. Medir la masa de la probeta (evite el término "pesar").
 - b. Coloque exactamente 50 mL de agua en la probeta.
 - c. Mida la masa de la probeta con agua.
 - d. Reste la masa de la probeta del total de la probeta más el agua.
7. Vea que los alumnos/as anoten este procedimiento en la Hoja del Estudiante: 2.1.
8. Realice junto con los alumnos los pasos 5 y 6 de la Guía del Estudiante. Si no conocen la balanza digital y las probetas, debe enseñárselos primero. Estimule desde un principio la meticulosidad del trabajo. Indique que cada gota que pueda quedar en la probeta aporta a la masa medida, que las sequen y que eviten que queden gotitas en las paredes de la probeta. Muestre que la medida del volumen se realiza mirando "el menisco" que se forma en la parte superior del líquido.
9. Los alumnos/as deben realizar un procedimiento acordado entre ellos para encontrar la masa de 50 mL de agua y completar los pasos 7 al 10 de la Guía del Estudiante.
10. Discuta con los estudiantes las respuestas a las preguntas de los pasos 3 al 6.

Recalque lo siguiente:

- La masa de 1 cm^3 de agua es igual, sin importar el volumen de agua que se esté midiendo.
- La masa de 1 cm^3 se mantiene, no importando la masa de agua que se está midiendo.
- La masa por unidad de volumen se llama densidad y puede ser medida en g/cm^3 .
- El cambiar la masa o el volumen de agua no cambia su densidad.
- La densidad del agua es una característica propia de la materia.

NOTA

Este es un buen momento para terminar la clase. Si la Actividad Indagatoria 2.2 se realiza otro día, debe revisar las preguntas antes de comenzar la actividad indagatoria.



Actividad Indagatoria 2.2

Comparando las densidades de diferentes sustancias

Procedimiento

1. Pida que lean los pasos 1- 4 de la Guía del Estudiante.
2. Discuta los pasos 2 - 3. Explique en la pizarra el procedimiento para calcular el volumen de un cubo. Dibuje el cubo en la pizarra e indique qué se considerará como largo, ancho y alto. Verifique que los alumnos escriban el procedimiento y la fórmula en su cuaderno de ciencias.
3. Asegúrese de que completen la actividad. Deben anotar sus resultados en la Tabla 1 de la Hoja del Estudiante: 2.2, y contestar las preguntas 2-3 en la Hoja del Estudiante.
4. Discuta con los alumnos/as sus resultados de las preguntas de la Hoja del Estudiante. Recalque el hecho de que cada sustancia tienen su propia densidad, ya que es una característica de la sustancia, y que la densidad puede ser descrita como una característica propia de la sustancia. Comente la idea de que si se da una lista de densidades conocidas, podrían identificar las sustancias de las que está hecho un objeto al medir su densidad.

Actividad Indagatoria 2.3

Midiendo las densidades de objetos irregulares

Procedimiento

1. Los alumnos/as hacen los pasos 1-2 de la Guía del Estudiante. Dé 2 a 3 minutos, para que discutan el paso 2 en grupos.
2. Pida a estudiantes de algunos grupos que den sus ideas respecto a los pasos de sus procedimientos. Mientras los alumnos/as deciden los pasos correctos para el procedimiento, anote el procedimiento en el pizarrón o en un papelógrafo para que todos lo puedan ver. Pregúnteles por qué deben medir la masa de los objetos antes de sumergirlos en el agua (Respuesta: si los objetos están mojados, las mediciones de masa pueden ser incorrectas). Pídales que demuestren el procedimiento para medir el volumen de los objetos por medio del desplazamiento de agua. Los alumnos/as deben usar este método como base para los dibujos del paso 3.
3. Los alumnos deben completar los pasos 4 al 7, del procedimiento. Discuta con ellos los componentes de sus tablas de datos. No les dé la tabla de datos. Recuérdeles que deben indicar las unidades de medición que usarán.
4. Construya un papelógrafo para anotar los resultados de cada grupo. A medida de que cada grupo termine, pídale que anoten los resultados para cada objeto en el papelógrafo. Así, al finalizar la actividad tendrá un papelógrafo con todos los resultados. Estos serán la base de una discusión respecto a cómo han registrado sus datos en tablas. Revise las preguntas de los pasos 3 al 4 de la Hoja del Estudiante. ¿Cómo pueden los alumnos saber si algunos de los objetos y bloques están hechos de la misma sustancia? (Respuesta: No lo están). Comparados con la densidad del agua, ¿cómo es la densidad de cada objeto? Busque respuestas que sugieren que la densidad de los objetos es mayor a la del agua, pero no busque más que eso. En el siguiente taller los alumnos usarán estas respuestas para predecir la flotación o hundimiento de un objeto.



Reflexiones

1. Los alumnos/as deben responder las preguntas del paso 1 de "Reflexiones" de la Guía del Estudiante en sus cuadernos y leer "La densidad como una propiedad característica".
2. Comente brevemente las respuestas a las preguntas del paso 1 y aquellas sobre el uso de los metales al final de "La densidad como una propiedad característica".

Tarea

Luego de realizada la Actividad Indagatoria 2.3. deben explicar cómo podrían determinar la densidad de un corcho de forma irregular. Recomiéndeles que representen el procedimiento mediante dibujos con sus respectivos rótulos.

Extensiones

Ciencia

1. Deben leer *¿Masa o Peso?* de la Guía del Estudiante y contestar la pregunta que lo acompaña.

Ciencia y Matemática

2. Deben hacer una tabla con los sistemas métricos que miden volumen y masa.

Lenguaje

3. El término "densidad" tiene un significado muy específico para la ciencia física. Los alumnos/as deben averiguar otros significados y usarlos en frases para dar un ejemplo.

Evaluación

1. Evalúe las habilidades individuales para medir longitud, masa y volumen, observando directamente a los alumnos y comparando las tablas de datos de ellos con las que usted tiene de los volúmenes y masas de los objetos.
2. Evalúe la habilidad de los alumnos/as para calcular la densidad con los datos que ellos han obtenido.
3. Evalúe la comprensión de los términos "masa", "volumen" y "densidad" usados en el contexto apropiado, y su respuesta a la pregunta A de "Reflexiones".
4. Use las preguntas B a la D de "Reflexiones" y la tabla de datos de los alumnos construida en la actividad Indagatoria 2.3 para evaluar el uso correcto de los términos y unidades de medición.
5. El paso 7 de la actividad 2.3 y las preguntas E y F de "Reflexiones" pueden proveer información sobre la comprensión de los alumnos/as de la densidad como una característica propia de la materia.

NOTA: Las hojas para los estudiantes correspondientes a este taller 2 están en el anexo No 3.



2.5.3. TALLER 3: Predicciones de densidad

Actividad Indagatoria 1
Horas pedagógicas 1- 2

Conceptos

- Los líquidos tienen densidad.
- Los objetos o sustancias flotan sólo cuando su densidad es menor que aquella del líquido en el que se encuentran.
- Propiedades físicas como la densidad, se pueden utilizar para predecir el comportamiento de la materia.

Objetivos del estudiante

- Hacer predicciones respecto a si el objeto flotará o se hundirá.
- Usar la densidad para predecir si la sustancia flotará o se hundirá en el agua.
- Calcular la densidad de líquidos.
- Usar la densidad para predecir cómo se comportarán diferentes líquidos, cuando se les mezcla en una columna de densidad.
- Usar la columna de densidad para predecir la ubicación de diferentes objetos al ubicarlos en la columna.
- Discutir en qué otros fenómenos se puede aplicar la densidad.

Introducción

En este taller, los estudiantes continuarán explorando, reforzando y reflexionando sobre el concepto de densidad. Comienzan el taller prediciendo si los bloques, que indagaron en la Actividad 2.2, flotarán o se hundirán en el agua. Después de poner a prueba esta predicción, relacionan todas sus mediciones de densidad con lo observado.

En la Actividad de Indagación 3.1, los estudiantes determinan la densidad de dos líquidos y usan esta información para predecir cómo se comportarán estos líquidos cuando se colocan en una probeta. Después, los estudiantes predicen el comportamiento del cilindro de cobre y cilindro hueco de plástico (del taller 2), antes de colocarlo en la columna de densidad.

Contexto

Los estudiantes han aprendido que los objetos sólidos hechos de diferentes sustancias, pueden tener distintas densidades y que la densidad es una propiedad característica de una sustancia. En "Para comenzar" los estudiantes descubren que los objetos y las sustancias que tienen menos densidad que el agua, flotarán en el agua. Al utilizar líquidos en vez de objetos sólidos, el concepto de densidad se extiende de las propiedades de objetos sólidos a las propiedades de las sustancias en general.

Los estudiantes pueden ya conocer que algunos líquidos flotan sobre otros (por ejemplo, el aceite en el agua), pero pueden no haber relacionado este fenómeno con que un líquido sea más denso que el otro líquido. Más aún, la idea de que el hundimiento y la flotación son el resultado de la densidad (y no sólo fenómenos relacionados con el agua), es reforzada por las observaciones del agua flotando sobre



una sustancia más densa y que algunos objetos sólidos que se hunden en el agua, flotan en líquidos más densos.

En este taller, los alumnos/as colocan agua, aceite vegetal y caramelo líquido en una probeta. Estos líquidos no se mezclan fácilmente. El aceite vegetal es insoluble en el agua. Los líquidos que son insolubles en otros líquidos se conocen como *no miscibles*. Se enfrentaron a dos líquidos no miscibles (agua coloreada y aceite para bebés) en la botella usada en la Actividad Indagatoria 1.6. Cuando el aceite vegetal es agitado en el agua, forma una suspensión temporal de gotas, pero estas rápidamente se juntan para formar una capa de aceite en la superficie del agua (a menos que se establezca por un agente emulsionante como un detergente). La no miscibilidad es una función de la estructura de las moléculas del líquido y no está relacionada con la densidad. El caramelo líquido es soluble en agua, pero se mezcla muy lentamente, y para los propósitos de esta clase se tratará como un líquido inmiscible. (La solubilidad del caramelo líquido con el agua se comenta en la Extensión 2).

Algunos alumnos pueden no estar al tanto de que al mezclar dos líquidos inmiscibles, ellos se separarán para formar una columna de densidad. Los líquidos usados en este experimento se comportan de esta manera porque tienen diferente densidad. Las columnas de densidad también se pueden construir con soluciones que tienen un mismo soluto, pero a una concentración distinta. Sin embargo, estas columnas son menos estables que las que se usan en este taller, porque las capas en estas columnas se mezclan más fácilmente.

Las columnas de densidad existen en la naturaleza, por ejemplo, el agua dulce y el agua salada se separan en el ambiente de un estuario debido a la diferencia en salinidad (el agua salada es más densa que el agua dulce). Estas diferencias son suficientemente marcadas para reducir el movimiento de gases y nutrientes entre las capas y para concentrar agentes contaminantes dentro de las capas.

Los líquidos de la columna de densidad construida por los alumnos se ordenarán de la siguiente manera (de arriba para abajo): Aceite vegetal (densidad aproximada $0,9 \text{ g/cm}^3$), agua (1 g/cm^3), caramelo líquido ($1,4 \text{ g/cm}^3$). Las densidades precisas dependen de la fuente de origen del líquido. Se usa colorante de alimentos en el agua para mejorar la visibilidad entre las capas. (El colorante no afecta significativamente la densidad del agua). El cilindro de cobre (densidad $8,9 \text{ g/cm}^3$) se hunde al fondo de la columna, pero el cilindro hueco de plástico (densidad aproximada $1,2 \text{ g/cm}^3$) flota en la interfase del agua y el caramelo líquido, porque su densidad es mayor que el agua, pero menor a la del caramelo líquido.

Errores Conceptuales

Esta actividad se dirige a los siguientes conceptos errados en relación a la densidad:

- Los alumnos pueden pensar incorrectamente que todos los objetos que flotan son huecos o contienen aire. (El uso de líquidos en lugar de objetos sólidos los ayuda a entender que el aire no siempre está involucrado en la flotación).
- Los estudiantes pueden pensar incorrectamente que la densidad es un indicador de espesor (por ejemplo, la densidad de un bosque). Comúnmente emplean este término con un significado científico.



- Los estudiantes pueden considerar incorrectamente que los líquidos viscosos son más densos que los líquidos poco viscosos, a pesar de que sus propias observaciones (como ver que la crema flota sobre el café) pueden contradecir esta idea. A través de la medición y observación de las columnas de densidad pueden ver que la viscosidad y la densidad no están relacionadas. El caramelo líquido y el aceite vegetal son más viscosos que el agua, pero el aceite es menos denso y el caramelo es más denso que el agua.

Materiales para el Taller 3

Para el profesor

- 1 botella con dos líquidos no miscibles (de la actividad indagatoria 1.6: Mezclando líquidos)
- 1 probeta de 100 mL con aceite vegetal
- 1 recipiente transparente de plástico

Para cada estudiante

- 1 copia de la Hoja del Estudiante: 3.1: Usando la densidad para hacer predicciones (anexo 4).
- 1 copia de la Hoja del Estudiante: 3: Tarea para el taller 3.

Para cada grupo de 4 estudiantes

- 1 bandeja, 1 bloque de plástico transparente, 1 bloque de plástico blanco, 1 bloque de aluminio, 1 bloque de cera, 1 botella de 100 mL de aceite vegetal, 1 botella de 100 mL de caramelo líquido.

Para cada par de estudiantes

- 2 probetas de 100 mL, 1 vaso de precipitado de 250 mL con agua coloreada, 1 cilindro de cobre, 1 cilindro hueco de plástico, 1 escobilla de tubo de ensayo, Acceso a una balanza digital con una precisión de 0.1 g.

Para el curso

- Acceso a agua, 1 basurero para el aceite vegetal desechado, 1 basurero para el caramelo y agua desechados, Detergente, Papel absorbente.

Preparación

1. Haga una copia de cada Hoja del Estudiante para cada estudiante.
2. Agregue agua y unas gotas de colorante para alimentos a cada uno de los vasos precipitados de 250 mL.
3. Asegúrese de que todas las botellas estén marcadas y llenas.
4. Prepare un sector para el desecho de líquidos. Incluya dos basureros, uno para aceite vegetal y uno para caramelo líquido y agua. Asegúrese que estén disponibles el detergente y el papel absorbente.
5. Llene el envase plástico con 5 cm de profundidad de agua.



Para comenzar

1. Un miembro de cada grupo debe recoger la bandeja con los materiales.
2. Los alumnos/as deben leer la introducción y objetivos en la Guía del Estudiante.
3. Diga que tomen los bloques de la bandeja y los pasen por el grupo. Permita dos a tres minutos para que, como grupo, decidan qué bloques flotarán y cuáles se hundirán.
4. Pida a los miembros de cada grupo que digan sus predicciones de flotación o hundimiento y que expliquen en qué se basa su predicción. Escriba las predicciones para cada grupo en el pizarrón o papelógrafo. (Haga una tabla similar a la Tabla 3.1).

Pida a algunos alumnos/as de diferentes grupos que se paren delante del curso y pongan a prueba una de las predicciones colocando el bloque correspondiente en el agua del recipiente. Escriba los resultados de estas pruebas en la última fila de la Tabla 3.1.

Tabla 3.1
Predicciones de los alumnos

Bloque	Cera	Plástico Blanco	Plástico Transparente	Aluminio
Grupo 1	Flota	Flota	Se hunde	Flota
Grupo 2				
Grupo ..				
Resultados	Flota	Se hunde	Se hunde	Se hunde

5. Los alumnos deben usar los resultados de las pruebas y la información sobre la densidad que obtuvieron en el taller 2 para completar la Tabla 1 de la Hoja del Estudiante: 3.1. Luego de revisar la tabla, deben contestar la pregunta 2 de la Hoja del Estudiante: 3.1.
7. Discuta brevemente las ideas de los alumnos. Focalizar en aquellas ideas que relacionan la flotación en el agua con una densidad menor a la del agua y el hundimiento con una densidad mayor a la del agua. Puede ser que pregunten qué pasa si un objeto es hueco. Refiérase a la Actividad Indagatoria 1.7, la cual se relaciona a la eliminación del aire desde un objeto (un disco de aluminio aplastado), antes de que el objeto sea colocado en el agua. Comente que en los objetos que están hechos de más de un material, la densidad promedio del objeto es lo importante.
8. Puede ser que los alumnos pregunten qué pasa cuando los objetos tienen la misma densidad que el agua. Explique que los buzos no flotan ni se hunden en el agua, porque usan un cinturón con pesas y un chaleco inflable (que controla la flotación), para tener una densidad promedio igual a la del agua.

NOTA

Para no complicar el tema, es mejor que no explique lo que es la flotación.

Actividad de Indagación 3.1: Construyendo una columna de densidad

Procedimiento

1. Los alumnos/as trabajarán en parejas y compartirán las botellas que contienen el caramelo y el aceite.
2. Tome una probeta con aceite vegetal. Pregúnteles cómo se puede determinar la densidad del aceite. Los alumnos pueden referirse a su actividad de medición de densidad del agua del taller 2.
3. Los alumnos darán sus respuestas de cómo pueden determinar la densidad del líquido. Repase el procedimiento, que se basa en las indicaciones de la Guía del Estudiante. Si está realizando este taller en dos horas pedagógicas, escriba en el pizarrón o papelógrafo el procedimiento correcto, que incluye los siguientes pasos:
 - Medir en forma precisa la masa de la probeta vacía. (Explique a los alumnos que aunque las probetas se vean iguales, pueden no tener la misma masa).
 - Mida con precisión la masa de la probeta con el líquido.
 - Calcule la masa del líquido.
 - Mida el volumen del líquido.
 - Calcule la densidad usando la relación masa/volumen.

NOTA

Este es un buen momento para terminar la clase.

4. Los alumnos deben determinar la densidad de dos líquidos siguiendo las instrucciones de la Guía del Estudiante. Recalque la importancia de usar diferentes probetas para determinar la masa y volumen de cada líquido.
5. Deben anotar sus datos en la Tabla 2 de la Hoja del Estudiante: 3.1. Debe completar la tabla con los datos del agua de la Actividad 2.1 (que han registrado en la Tabla 1).
6. Una vez que hayan completado la Tabla 2, deben observar cuidadosamente los valores de las densidades de los líquidos y predecir qué sucederá al colocar los tres líquidos en una probeta. Recalque que deben anotar, explicar y dibujar sus predicciones en la "Probeta de predicciones" de la Hoja del Estudiante: 3.1.
7. Los alumnos deben colocar los tres líquidos en una probeta, como se muestra en la Guía del Estudiante. En la Hoja del Estudiante: 3.1, "Probeta de observación" deben completar los nombres de los líquidos y sus diferentes densidades.
8. En base a las densidades calculadas para el cilindro de cobre y el cilindro hueco de plástico del taller 2, deben predecir qué ocurrirá cuando estos objetos sean colocados en la columna de densidad.

NOTA

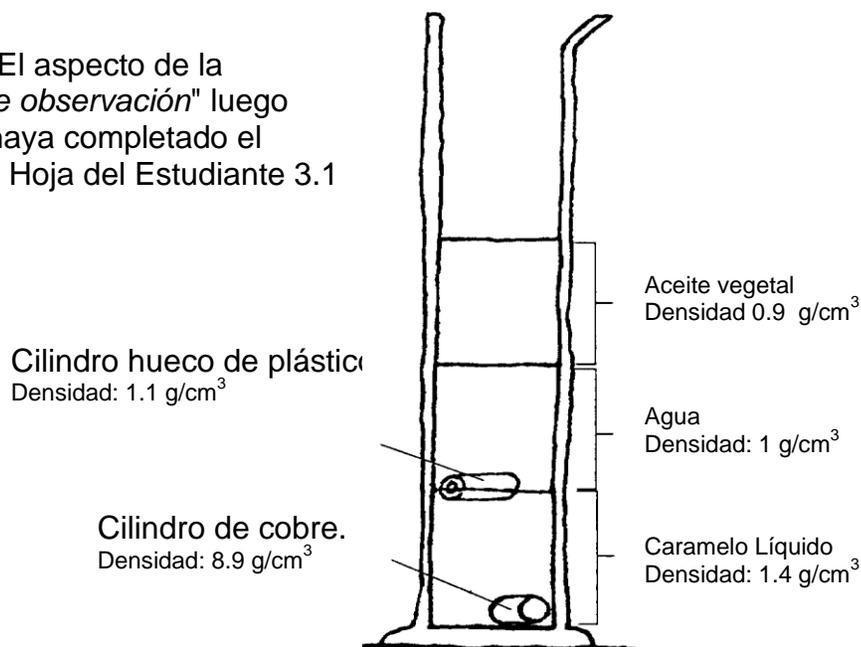
Indíqueles que estos objetos son los mismos usados en la Actividad 2.1.

9. Los alumnos/as ponen los objetos (primero el cilindro de cobre y luego el cilindro hueco de plástico) en la columna y registran qué ocurre al dibujar los objetos en la "probeta de observación", etiquetándola y anotando sus densidades (vea la figura 3.1)



10. Antes de que los alumnos ordenen, tome una columna de densidad para referirse a ella durante la discusión (también puede usarla para la extensión 2). Luego, pida que los pongan en orden.

Figura 3.1 El aspecto de la "probeta de observación" luego de que se haya completado el dibujo de la Hoja del Estudiante 3.1



Reflexiones

1. Comience una discusión repasando las respuestas de los alumnos a las preguntas de la Hoja del Estudiante: 3.1. Algunos puntos clave para destacar son:
 - El comportamiento del caramelo líquido, el agua y el aceite vegetal al mezclarse.
 - No miscibilidad (¿Se comportan todos los líquidos de esta manera?)
 - La posición de los tres líquidos en relación a su densidad.
 - La ubicación del cilindro de cobre y del cilindro hueco de plástico en comparación con su comportamiento en el agua.
2. Los alumnos deben completar el Paso 1 de "Reflexiones" en sus cuadernos.
3. Repase la Actividad Indagatoria 1.6: "Mezclando líquidos". Pídales que completen el paso 2 en sus cuadernos.
4. Dé término a la clase pidiéndoles que discutan en sus grupos que conocer la densidad de un aceite se puede aprovechar para limpiar un derrame de un estanque de aceite. Luego de 5 minutos, pídales que participen en un debate de curso.

Tarea

Los alumnos deben usar sus conocimientos sobre flotación o hundimiento para contestar las preguntas de la Hoja del Estudiante 3.

Extensiones

Ciencia

1. Permita que la columna de densidad repose por 2 a 3 días y luego vuelva a ella. El movimiento de azúcar y agua entre el caramelo líquido y las capas de agua puede producir que el cilindro hueco de plástico avance hacia arriba en la probeta. Pídales que expliquen este fenómeno.

Ciencia y Ciencias Sociales

2. Sobre el paso 4 de "Reflexiones " de esta lección, construya una discusión en detalle sobre el rol de la densidad en las técnicas utilizadas para limpiar el derrame de aceite.

Evaluación

1. Aproveche la Hoja del Estudiante: 3.1 para evaluar si los alumnos/as han realizado lo siguiente:
 - Determinar con precisión la densidad de los líquidos.
 - Realizar predicciones en base a la densidad de las sustancias que han usado.
 - Llevar un registro correcto de los datos obtenidos.
2. Use las Reflexiones de los alumnos/as que se encuentran en sus cuadernos, para determinar si han usado correctamente el término densidad para explicar el comportamiento de los líquidos y sólidos en sus columnas de densidad.
3. Use las preguntas de tarea de la Hoja del Estudiante: 3, para evaluar el uso de las unidades de medición por parte del estudiante y su comprensión en relación a los fenómenos de flotación y hundimiento en relación a la densidad. Se recomienda el siguiente sistema de puntaje para las preguntas de los pasos 1 al 4:
 - Paso 1: 19,3 g (1 punto cada cifra correcta, y 1 punto por cada unidad de medición de masa correcta).
 - Paso 2: 89 g (1 punto cada cifra correcta, y 1 punto por cada unidad de medición de masa correcta).
 - Paso 3: El diagrama debe ser como la de la figura 3.2 (1 punto por cada sustancia si está correctamente flotando o hundiéndose, y 1 punto extra por cada sustancia si aquella sustancia está al nivel correcto, como se indica en el dibujo).
 - Paso 4: La descripción debe incluir la medición de la densidad de los sólidos que se separarán y debe incluir la elección apropiada de líquidos según sus densidad, para construir una columna de densidad en la cual cada uno de los tipos de sólidos flotará, mientras que los sólidos restantes se hundirán hasta el siguiente nivel (1 punto por determinar la densidad de los sólidos que se separarán, 1 punto por mencionar que se construirá una columna de densidad, y 1 punto por el criterio de elección de los líquidos).



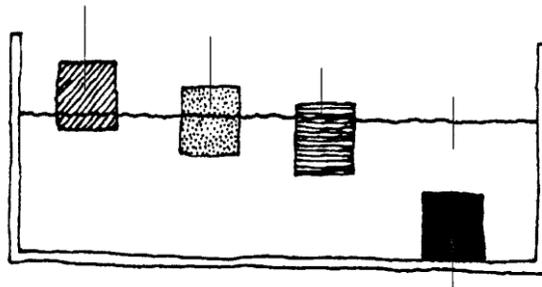


Figura 3.2. La respuesta a la pregunta del paso 3 en la Hoja del Estudiante 3.

NOTA:

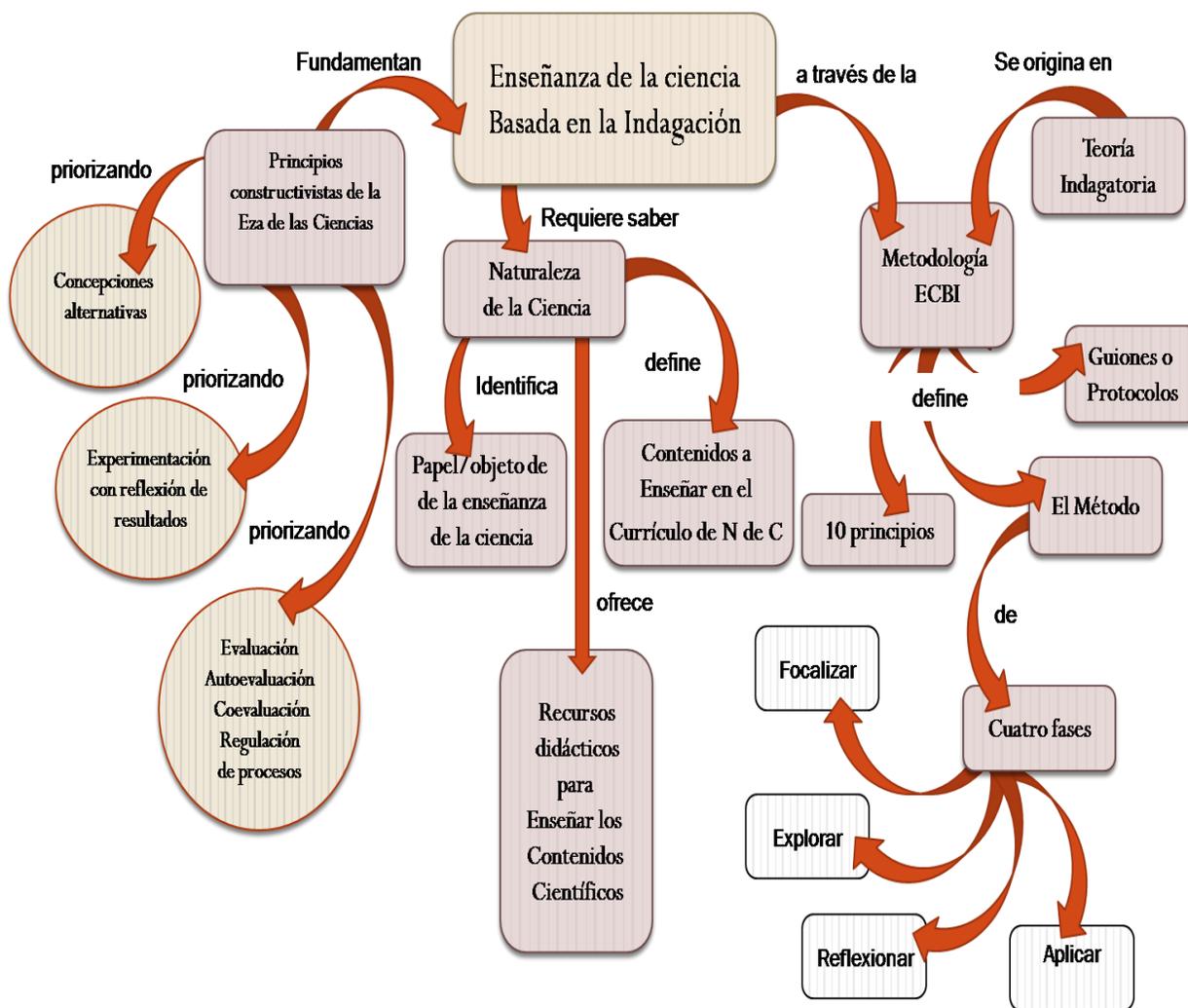
Las hojas para los estudiantes están en el anexo No 3.

Evaluemos la Segunda Unidad

Parte de la evaluación cuantitativa de esta unidad estará centrada en la actividad de simulación. Los indicadores son:

1. Organización del grupo en la modelización de la clase. 10%
2. Apropiación de los roles de enseñantes y aprendices en la modelización de la clase. 10%
3. Demostración de dominio científico del tema y metodológico del enfoque ECBI. 10%
4. Uso correcto de los medios y recursos en la parte experimental de la clase modelo. 10%





BIBLIOGRAFÍA



1. Acevedo Díaz J. A. y Acevedo Romero P. (2001), Creencias sobre la naturaleza de las ciencias un estudio con titulados universitarios en formación inicial para ser profesores de secundaria. Revista España.
2. Acevedo J. A., Vásquez A., Martín M., Oliva J.M., Acevedo P., Paixao M.F. y Manassero M. A., (2005), Sobre la enseñanza y la Divulgación de las Ciencias. (2005), Revista Eureka Vol. 2 No.2.
3. Acevedo J. A., Vázquez Á., Martín M., Oliva J. M., Acevedo P., Paixão M.F. y Manassero M. A. (2005), Naturaleza de la Ciencia y Educación Científica la participación ciudadana. Una revisión Crítica. Huelva – España.
4. Adúriz-Bravo A. (2007). Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales, España.
5. Arcá, M., Guidoni y Mazzoni (1990), Enseñar ciencia, Cómo empezar: Reflexiones para una educación científica de base, Barcelona.
6. Calixto Flores, R. (1996a), “Un recorrido por la naturaleza: Estrategias de enseñanza en las ciencias naturales”, México.
7. Diplomado en Consejería Escolar, (2011), modulo 6, MINED, IDEUCA, UNFPA, Julio 2011.
8. Driver, R. (1983), The Pupil as Scientist? Open University Press: Milton Keynes.
9. Escalante Arauz P. (2003) Aprendizaje por indagación. Medellín.
10. García M., Calixto Flores R. (1999), Actividades Experimentales para la enseñanza de las Ciencias Naturales en Educación Básica, Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Estudios de la Universidad, ISSN, México.
11. Garritz A. Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano
12. Greaves Fernández N. y Suzuri Hernández L. J. (2011), Academia Mexicana de la Ciencia, 2011, México D.F.

13. Guisassola J. y Morentín M. (2007), Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de Educación Primaria? Revista Electrónica de enseñanza de las Ciencias Vol.6, No. 2 (2007).
14. Jiménez J. (2009), La indagación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Indagación en ciencias.
15. Justi R. (2006), Sanmarti N., (2002), Pujol R.M. y Sanmarti N. (1998), Secuencias de enseñanza basadas en la construcción de modelos.
16. López Stewart P. (2005), Educación en Ciencias Basada en la Indagación La Indagación, Evaluación internacional, ECBI Chile. Ministerio de Educación.
17. Ministerio de Educación. Programas de Ciencia Naturales, de 3ero, 4to, 5to, y 6to grado de primaria, (2009), Managua, Nicaragua.
18. Moëne Rivas G., Filsecher Wagner M., Flores Clerfeuille L., Runge E. y Verdi Rademacher M. (2008), Enseñanza de Ciencias Basadas en la Indagación (ECBI) con TIC Informe, Instituto de Informática educativa, Universidad de la frontera. Temuco.
19. Proyecto Pollen, La main à la pâte, Francia. Email: mpollen- europa@inrp.fr
20. Sanmarti Puig N.(2002), ¿Puede la temida evaluación convertirse en una estrategia para enseñar y aprender ciencias?; Montse Benloch (comp.); Paidós Educador, Barcelona, España.
21. Sin Autor, Metodología de la indagación ECBI. Enseñanza de las ciencias basada en la indagación.
22. Sin autor, Naturaleza de la Ciencia, diferencia entre ciencia y experiencia. Metafísica.
23. Tiberghien, A. (1980). "Quel rapport y a-t-il entre ce que les élèves 'ont dans la tete' et ce qu'ils font ou disent"? En Sciences Physiques, pp. 197-202. Livre du Professeur. Parcours, Hachette, París.
24. Vargas-Mendoza J. E. (2009), La Enseñanza de la Ciencia mediante la Indagación. México, Asociación Oaxaqueña de Psicología A.C.
25. Vázquez Alonso A., Manassero M.A., Acevedo J.A. y Acevedo P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: La comunidad Tecnocientífica, Universidad de las Islas Baleares, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol.2, No. 2, (2007).
26. Verdugo Fabiani H., Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación. Universidad de Chile. En <http://galeon.com/aprenderasaprende/general/hernanhtm>.



ANEXOS



Anexo 1

Cuestionario para diagnosticar saberes sobre la naturaleza de la ciencia y el trabajo científico

1. En tu opinión, ¿qué es la Ciencia?
2. ¿Qué diferencia a las disciplinas científicas (Física, Biología, Química ...) de otras disciplinas (Psicología, Filosofía, Geografía ...)?
3. ¿Qué es un experimento? ¿Cuáles son sus características?
4. El conocimiento científico, ¿necesita la realización de experimentos para desarrollarse?
 - Si la respuesta es Sí, explica porqué. Pon un ejemplo para defender tu postura.
 - Si la respuesta es No, explica porqué. Pon un ejemplo para defender tu postura.
5. Los libros de ciencias experimentales presentan la corriente eléctrica en un circuito sencillo formado por una pila y una bombilla como un flujo de electrones que la energía de la pila mueve a lo largo de cable y que al pasar por el filamento de la bombilla hace que ésta brille. ¿Con que grado de certeza emiten los científicos esta teoría?, ¿Cuáles son las evidencias o los tipos de evidencias que utilizan los científicos para justificar que hay electrones circulando por el cable y justificar la teoría?
6. El texto que tienes a continuación explica el proceso de calentamiento de un gas de acuerdo con la teoría atómico-molecular. Tu tarea consiste en diferenciar entre los fenómenos reales y las explicaciones teóricas que se describen. Para ello, tienes que colocar las palabras que están en negrita en dos cuadros: Fenómenos reales e Ideas de la teoría.

“Al **calentar** un globo inflado, aumenta el **volumen del gas**, debido a que la **velocidad de las partículas** que conforman el gas aumenta al subir la **temperatura de éste**, y de este modo, la **distancia entre las partículas** aumenta; por otra parte, al aumentar la velocidad de las partículas **éstas chocan** con más frecuencia contra las paredes del globo, y la **presión del gas** también es mayor”



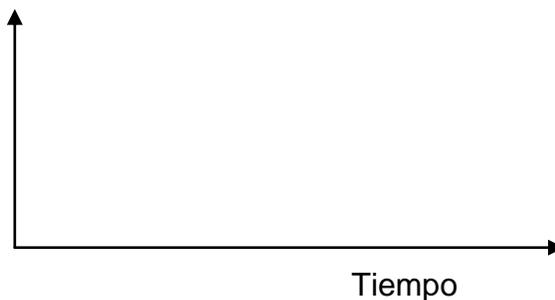
Fenómenos reales	Ideas de la teoría

Explica tu clasificación.

7. ¿Cómo ha ido evolucionando el conocimiento científico a lo largo de la historia?

Representalo en esta gráfica y justifica la gráfica realizada.

Desarrollo
De la ciencia



8. ¿Qué factores crees que han influido más en la evolución del conocimiento científico?

9. Después de desarrollarse una teoría científica (como p.e. la teoría atómica, la teoría de la evolución, la teoría de la mecánica...) vuelve a cambiar alguna vez?

- a. Si opinas que no cambia explica porqué. Justifica tu respuesta con un ejemplo.
- b. Si opinas que la teoría cambia, explica porqué. Justifica tu respuesta con un ejemplo.
- c. En este caso, explica por qué tenemos que molestarnos en estudiar las teorías científicas.



Anexo 2

TALLER 1

Hoja del Estudiante: 1.1; Nuestras ideas sobre la materia

Nombre: _____

Fecha: _____

1. ¿Qué piensan tú y tu grupo qué significa la palabra “materia”? Escribe todo lo que sepan sobre la materia.

Actividad Indagatoria 1.1; Actividad Indagatoria 1.1: La botella y el globo

1. ¿Qué ocurrió con el globo cuando colocaste la botella en la fuente de agua caliente? Registra todas tus observaciones.

2. ¿Qué ocurrió con el globo cuando pusiste la botella en una fuente de agua fría? Registra todas tus observaciones.

3. ¿Cómo puedes explicar lo que observaste en el globo?

4. Dibuja como imaginas que está la materia dentro del globo en ambos casos: cuando colocaste la botella en el agua caliente y cuando la colocaste en el agua fría.



Hoja del Estudiante: 1.1; Actividad Indagatoria 1.2: Objetos similares

Nombre: _____

Fecha: _____

1. Completa la Tabla 1.

Tabla 1. Calculando Volumen

Objeto	Volumen (en mL) de agua	Volumen (en mL) de agua + objeto	Volumen (en mL) del objeto
Esfera			
Cubo			

2. ¿Ambos objetos contienen la misma cantidad de materia? Explica tu respuesta.

Actividad Indagatoria 1.3: La vela encendida

1. ¿Qué observas que está ocurriendo en la punta de la vela?

2. ¿Qué ocurrió luego de cubrir la vela con el vaso?

3. ¿Por qué crees que la vela reaccionó de esa manera? Explica.



Hoja del Estudiante 1.1; Actividad Indagatoria 1.4: Descubriendo la materia

Nombre: _____

Fecha: _____

1. Observa y describe las sustancias A y B con el máximo de detalle posible.
Sustancia A:

Sustancia B:

2. ¿Crees que alguna de estas dos sustancias es pura? Justifica tu respuesta.

Actividad Indagatoria 1.5: Agregando agua

1. Completa la tabla con tus observaciones antes y después de agregar agua

Sustancia	Dibujo de la sustancia antes de añadir agua	Dibujo de la sustancia después de añadir agua
A		
B		

2. ¿Qué le ocurrió a cada sustancia cuando se le agregó agua?

3. Compara las reacciones que experimentaron ambas sustancias al agregarle agua. Escríbelas.



Hoja del Estudiante 1.1; Actividad Indagatoria 1.6: Mezclando líquidos

Nombre: _____

Fecha: _____

1. ¿Qué observas? Escribe todo lo observado.
2. Al agitar la botella, ¿qué observas? Registra todas tus observaciones.
3. ¿Qué puedes decir acerca del comportamiento de los líquidos que hay dentro de la botella? Explica.

Actividad Indagatoria 1.7: Flotación o hundimiento

1. Describe tu observación para cada disco de papel de aluminio al colocarlo en el agua.
2. ¿Por qué crees que los discos se comportan de esta manera? Explica.

Actividad Indagatoria 1.8: La tableta efervescente

1. La temperatura del agua es _____ °C
2. ¿Qué ocurrió cuando se agregó la tableta al agua? Pon el termómetro inmediatamente en el tubo al agregar la tableta efervescente en el agua, y espera un poco.
La temperatura del agua + tableta es _____ °C
3. Compara los valores de las temperaturas en (1) y (2) y explica lo ocurrido.



Anexo 3

TALLER 2

ACTIVIDAD INDAGATORIA

Nombre: _____ Fecha: _____

Toma una probeta, obsérvala detenidamente y responde las siguientes preguntas:

- A. ¿Cuál es la unidad de medición de la probeta?

- B. ¿Cuál es el volumen máximo que se puede medir con ella?

- C. ¿Cuál es el volumen mínimo que se puede medir en ella?

- D. ¿Cuál es el número de unidades en la división más pequeña de su escala?



Hoja del Estudiante 2.1: Midiendo la masa y volumen del agua

Nombre: _____ Fecha: _____

1. Anota el procedimiento que te permita conocer la masa de 25 mL de agua.

2. En la Tabla 1 registra tus mediciones y cálculos.

Tabla 1. Calculando la masa

Volumen de agua (cm ³)	Masa de la probeta (g)	Masa de la probeta con agua (g)	Masa de agua (g)	Masa de 1 cm ³ de agua (densidad en g/cm ³)
25				
50				

3. Al cambiar el volumen de agua, ¿cambia la masa de agua? Explica tu respuesta.

4. Al cambiar la masa de agua, ¿cambia el volumen de agua? Explica tu respuesta.

5. ¿Cuánto mide la densidad del agua en g/cm³?

6. Al cambiar la masa o el volumen del agua, ¿cambia su densidad? Explica tu respuesta.



Hoja del Estudiante 2.2: Comparando las densidades de diferentes sustancias

Nombre: _____ Fecha: _____

1. Usa los datos obtenidos para completar la tabla 1.

Tabla 1. Comparando diferentes objetos

Sustancia	Largo (l) (cm)	Ancho (a) (cm)	Alto (h) (cm)	Volumen (v) (cm ³) (v= l · a · h)	Masa (m) (g)	Masa de 1 cm ³ (densidad en g/cm ³) (m/v)

2. ¿Qué puedes decir acerca de las densidades de las sustancias?

3. El conocer las densidades de los objetos, ¿te puede servir para saber de qué sustancia está hecho un objeto? Explica tu respuesta.



Hoja del Estudiante 2.3; Midiendo la densidad de objetos irregulares

Nombre: _____ Fecha: _____

1. Dibuja y escribe el procedimiento que te permita conocer la densidad de un objeto irregular.

1

2

3

4



Hoja del Estudiante 2.3

2. Dibuja tu Tabla de datos.
3. Si observas los valores de la densidad de tu Tabla de datos, ¿algunos bloques están hechos de la misma sustancia? Explica tu respuesta.
4. Al comparar estos valores con los de la actividad indagatoria anterior (la Tabla 2.2), ¿algunos bloques u objetos están hechos de la misma sustancia? Explica tu respuesta.
5. Compara los valores de las densidades de las sustancias con la densidad del agua.



Anexo 4

Hoja del Estudiante 3.1; Utilizando la densidad para hacer predicciones

Nombre: _____ Fecha: _____

1. Completa la tabla 1.

Tabla 1. Resultados de las observaciones de flotación y hundimiento.

Sustancia	Densidad (g/cm ³)	¿Flota?	
		Predicción	Observación
Bloque de cera			
Bloque de plástico			
Bloque de plástico Transparente			
Bloque de aluminio			
Tornillo de acero			
Cilindro de cobre			
Cilindro hueco de plástico			
Agua			

2. ¿Hay una relación entre la densidad y si flota o se hunde? Si la hay, explica cuál es la relación.

3. Completa la tabla 2.

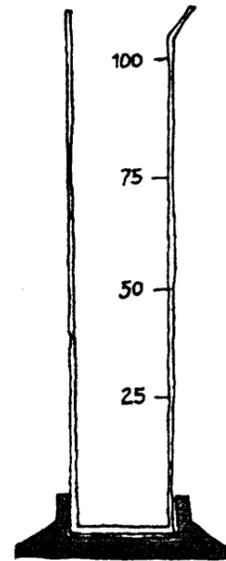
Tabla 2. Calculando la densidad

Líquido	Volumen (cm ³)	Masa (g)	Cálculo	Densidad (g/cm ³)
Aceite vegetal				
Caramelo líquido				
Agua, (Utilice los datos de la clase anterior)				

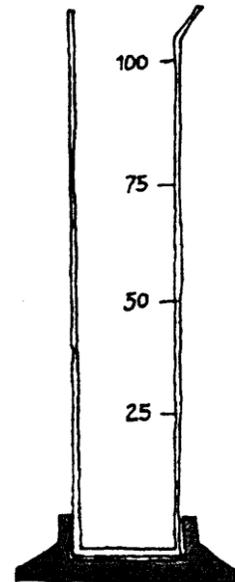


Hoja del Estudiante 3.1

4. ¿Qué ocurrirá si ponemos en una probeta aceite vegetal, miel de maíz y agua? Explica tu predicción y dibújala en la probeta de predicción.

Probeta de predicción

5. Completa y marca lo observado en la “probeta de observación”.

**Probeta de observación**

7. ¿Todos los líquidos se mezclan (miscibles) o se separan en capas diferentes (no miscibles)?

8. ¿Cuál es la relación entre la densidad de un líquido y su posición dentro de la probeta?



Hoja del Estudiante 3

Nombre: _____ Fecha: _____

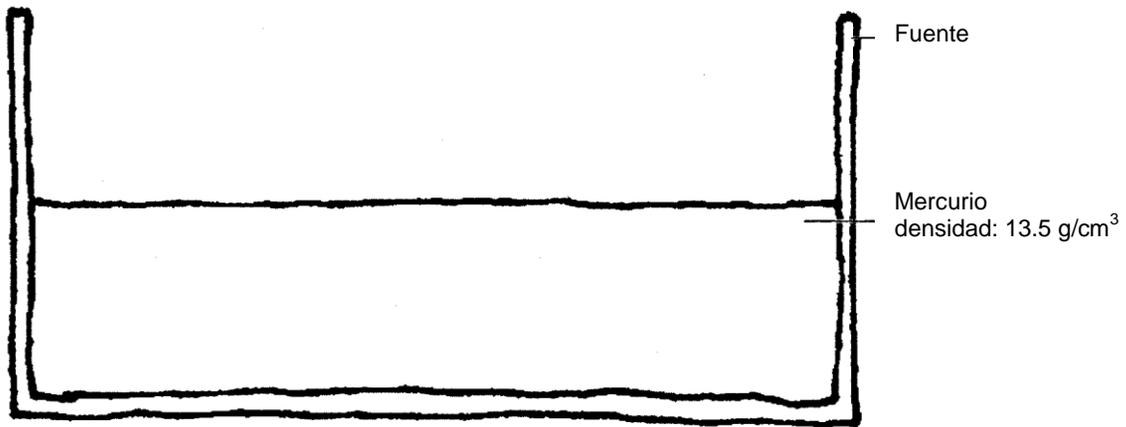
Tarea para la Lección 3

Instrucción: Observa cuidadosamente la tabla y utiliza la información que contiene para contestar las preguntas.

Sustancia	Densidad (g/cm ³)
Aluminio	2.7
Hierro	7.9
Cobre	8.9
Plomo	11.4
Oro	19.3
Mercurio	13.5

1. ¿Cuál es la masa de 1 cm³ de oro?
2. ¿Cuál será la masa de un pedazo de cobre que tiene un volumen de 10 cm³?
3. A temperatura ambiente, el mercurio es un líquido plateado y brillante. Se utiliza en varios tipos de termómetros. Dibuja lo que observarías si colocaras bloques de aluminio, hierro, plomo y oro en una fuente con mercurio.





4. Describe cómo utilizarías una columna de densidades para separar mezclas de diferentes sólidos



El proyecto ANF-IDEUCA "Activación de procesos de calidad en Centros Educativos de Educación Básica, de una perspectiva de Equidad, Pertinencia y Eficiencia" está concebido y organizado para que se encuentren en la acción la base material que proporciona ANF con la base académica que aporte al IDEUCA. Sobre esta base unificada y fortalecida el IDEUCA asume la formación de los directores de los 40 centros educativos privados, subvencionados y públicos seleccionados, así como la de los maestros y maestras de primaria con énfasis en la lecto-escritura, la matemática y las Ciencias.

Esta formación está organizada en tres Cursos de Diplomado uno para maestros y maestras de educación inicial, primero y segundo grados y el otro dirigido a los maestros y maestras de tercero a sexto grados, ambos concentrados en el currículum y la formación docente. El tercer Curso de Diplomado está dirigido a los directores de centros y concentrado en el fortalecimiento de la gestión.

La atención a estas demandas académicas requiere preparar el material científico pedagógico apropiado en forma de módulos de aprendizaje compartido y de autoaprendizaje reuniendo en ellos aspectos técnicos y prácticos de cada tema acompañados del método de investigación-acción orientado a la reflexión sobre la práctica y el cambio de cada sujeto director, maestro, maestra, en razón de mejorar la calidad de los aprendizajes de los estudiantes.

