# El aprendizaje a través de la observación, clasificación e investigación en las ciencias de la educación primaria.

# Material para el Programa de Desarrollo Profesional en Perú

Este documento introduce la observación, clasificación e investigación como métodos de enseñanza y aprendizaje en las Ciencias de la Educación Primaria. Estos métodos se discutirán en la primera reunión de *entrenamiento para mentores* en Perú. Actividad que se llevará a cabo del 1 al 7 de marzo de 2014. Al inicio del entrenamiento se discutirán algunas características básicas del aprendizaje de las ciencias. El aprendizaje de las ciencias se comprende como el proceso de construcción del conocimiento personal del alumno, consecuencia del desempeño activo de él mismoy la determinación para el cumplimiento de objetivos y la búsqueda de opiniones y comentarios positivos en su representación. Este tipo de desempeño es típico en el estudiante cuando está observando, clasificando o participando en la investigación. Los temas relacionados con la motivación y el interés de los estudiantes se examinan antes de la discusión en la investigación.

**Aprendizaje Significativo de las Ciencias de la Primaria en el Aula de Clase**  
  
Según el libro *How Students Learn Science in the Classroom* (Bransford y Donovan, 2005) el aprendizaje científico significativo representa el proceso de construcción de conocimiento personal de cada alumno y presupone el estudio activo, la determinación para el cumplimiento de los objetivos y la búsqueda de opiniones y comentarios positivos en su representación.

El conocimiento que se supone que los estudiantes construyen, típicamente se divide en dos categorías principales: Conocimiento Conceptual y Conocimiento Procedimental. El conocimiento conceptual es conocimiento estático e incluye hechos, conceptos y principios que podrían ser aplicados en un determinado dominio o en la solución de problemas. Anderson y Krathwohl (2001) clasifican el conocimiento conceptual en tres subgrupos: conocimiento de las clasificaciones y categorías; conocimiento de los principios y las generalizaciones, y el conocimiento de las teorías, modelos y estructuras. El conocimiento procedimental es el conocimiento de cómo hacer algo, métodos de investigación y los criterios para el uso de habilidades, algoritmos, técnicas y métodos. Es el conocimiento necesario para realizar una tarea; el conocimiento que se puede aplicar directamente y que más a menudo se representa como reglas de producción. Anderson y Krathwohl (2001) clasifican estos conocimientos procedimentales en tres subgrupos: conocimiento de las habilidades y algoritmos de temas específicos; conocimiento de las técnicas y los métodos de temas específicos y el conocimiento de los criterios para determinar cuándo utilizar los procedimientos apropiados. El marco científico PISA 2006 (OCDE, 2006 ) combina tipos de conocimientos conceptuales y conocimientos procedimentales y define tres amplias competencias en cuanto a conocimientos científicos de un individuo y el uso de ese conocimiento para identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas. Los amplios conocimientos de ciencias son útiles en la planificación de la enseñanza de las ciencias y en la elaboración de los libros de texto. Además, son útiles en la planificación de métodos de seguimientos científicos en las evaluaciones internacionales.

Los constituyentes del aprendizaje significativo de las ciencias son los siguientes: la actividad e intención, la contextualización, la construcción, la colaboración, la interacción, la reflexión y la transferencia. Estos constituyentes sirven de criterio a la hora de elegir las actividades para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

*La actividad e intención* significa que los estudiantes asumen la responsabilidad sobre su propio aprendizaje. Aunque en conjunto con el profesor, los estudiantes tienen que fijar sus metas de aprendizaje y proceder de acuerdo con un plan para alcanzar esas metas propuestas. Este proceso se puede facilitar, por ejemplo, a estudiantes individuales para guiarlos en la planificación de sus metas, o en pequeños grupos. Asimismo, los estudiantes no manejan las estructuras lógicas de los temas, tampoco reconocen sus prejuicios preconcebidos. Por eso necesitan del apoyo y guía de los profesores en la fijación de sus metas. Así que, las actividades que apoyan la planificación grupal y la evaluación del aprendizaje son importantes para el aprendizaje.

*Construcción* significa que los estudiantes combinan sus conocimientos anteriores con los nuevos temas a aprender, de esta manera forman estructuras de información que también pueden entender. Por lo tanto, el profesor debería estimular a los estudiantes a expresar sus puntos de vistas y creencias anteriores. De esta manera construyen nuevos conocimientos sobre la base de los anteriores. Por ejemplo, antes de comenzar a leer un contenido o escribir sobre un tema, los estudiantes necesitan ser guiados para que expongan las ideas y opiniones que ellos tienen acerca del asunto tratar. Respectivamente antes de una investigación o cualquier actividad práctica los estudianten deben ser animados a presentar sus predicciones o suposiciones.  
  
El aprendizaje es *acumulativo* por lo tanto, los estudiantes son asistidos para que adviertan cómo un nuevo concepto o habilidad se relaciona con otro u otros conceptos o habilidades ya conocidos. Los conceptos podrían ser entendidos como procesos: al principio los estudiantes se familiarizan con los conceptos en situaciones limitadas. Cuando los estudiantes se encuentran nuevamente con el mismo concepto, el significado de este se vuelve más amplio. En el caso de las habilidades existen unas de alto niveles y otras de bajo nivel. En consecuencia, los estudiantes deben recibir apoyo para el aprendizaje de nuevas habilidades, la interiorización de nuevos conceptos y en la construcción de redes conceptuales en el campo dado.

C*olaboración e Interacción* implica diligencia actica de parte de los estudiantes en las actividades de grupo y que se apoyen mutuamente en las discusiones e intercambio de conocimientos. Aprender nuevos conceptos presupone un diálogo entre el profesor y los estudiantes y entre los estudiantes mismos (explicar, debatir, cuestionar). Además una interacción cara a cara de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) ofrece varias posibilidades para compartir ideas a través de grupos de noticias, correo electrónico o a través de un Sistema de Gestión de Aprendizaje (Learning Management System, LMS) o de los medios sociales como Facebook.  
  
*Contextualización* significa que el aprendizaje se lleva a cabo en situaciones de la vida real o en situaciones que simulen casos de la vida real. Bransford, Brown y Cocking (2000 ) hacen énfasis en que el significado de los conceptos se vuelve más amplio si el estudiante encuentra un concepto en diferentes contextos o situaciones. La comprensión del significado de los conceptos es importante en la solución de problemas ya que la capacidad del estudiante para pensar y resolver problemas está ligada a un rico acervo de conocimientos. Con estos conocimientos los estudiantes pueden observar las características y patrones significativos de información adquiridos a partir de fuentes tales como el Internet. Por otra parte, ciertos contextos, como el contexto humano, tienen una influencia sobre el interés del estudiante.  
  
El aprendizaje también debería ser reforzado a través de actividades como la *autoevaluación*. Bransford y Donovan (2005) destacan el papel de la autoevaluación en el aprendizaje de las ciencias. Sugieren que el profesor debería proporcionar apoyo a los estudiantes en la autoevaluación. Por ejemplo, brindarles oportunidades para poner a prueba sus ideas por medio de la construcción de estas en la realidad, o de llevar a cabo investigaciones y ver luego si sus ideas preliminares eran acertadas. Diferentes tipos de críticas son importantes para el aprendizaje.

*Reflexión* significa que los estudiantes se inquieren su aprendizaje y desarrollo de las habilidades metacognitivas para orientar y regular su aprendizaje. Las habilidades metacognitivas son necesarias para la planificación y la evaluación de su trabajo. Estas habilidades hacen también del aprendizaje un proceso de autorregulación en el que el estudiante se convierte menos dependiente del profesor, por ejemplo: la autoevaluación o la evaluación en grupos pequeños, la participación en pruebas de opción múltiple y la elaboracion de ejercicios que apoyan las habilidades reflexivas y metacognitivas.  
  
Las características previas a la actividad de aprendizaje pueden realizarse en forma diferente en el salón de clases de ciencias en las escuelas primarias. Por ejemplo, mediante la utilización del Internet en la fase de planificación en actividades de ciencias o de proyectos, los estudiantes disponen de la información principal del tema. Simultáneamente cuando buscan información en diversas fuentes, estructuran activamente el flujo de información que encuentran y las convierten en entidades más significativas con el fin de ser capaces de completar tareas. Del mismo modo, esta exploración de información en diversas fuentes les obliga a evaluar la fiabilidad de la información y las fuentes que utilizan. Durante la investigación, procedimientos similares pueden ser aplicados en la planificación y en la repetición de las mediciones. En ambas actividades los estudiantes pueden ser motivados a trabajar en conjunto y evaluar activamente sus tareas. Diver

sos estudios señalan que el procesamiento de la información, el aprendizaje basado en la investigación y la exploración de los recursos a través de redes son beneficiosos para la enseñanza de las ciencias ( Linn, 2003 ) .  
  
**La Motivación del Estudiante y el Interés en el Aprendizaje Científico.**  
  
Hay muchos conceptos que se pueden utilizar para describir los *aspectos motivacionales de la enseñanza de la ciencia y el aprendizaje*. Aquí el análisis se basa en la Teoría de la Autodeterminación (Self Determination Theory, SDT) y la teoría del interés. Según Ryan y Deci (2002), la mentalidad o forma de pensar del estudiante juega un papel importante en el proceso de motivación. La razón de motivación puede ser (i ) *autodeterminado* ( ii ) *controlado*. Estas motivaciones implican diferentes razones de comportamiento. El comportamiento autodeterminado o autónomo es un comportamiento que surge libremente de uno mismo. Contrariamente, el comportamiento controlado significa que éste es controlado por una fuerza interpersonal o intrapsíquica, como un plan de estudios o una tarea. Los estilos de motivación a partir de SDT son: ( i ) *la desmotivación* ( ii ) l*a motivación extrínseca* y ( iii ) *la motivación intrínseca*. La motivación intrínseca tiene efectos positivos en el aprendizaje, en particular, en la calidad del aprendizaje. Comportamientos motivados intrínsecamente se basan en la necesidad de sentirse competente y autodeterminado (Deci y Ryan, 2000). La conducta motivada extrínsecamente es fundamental en la naturaleza. Esta acción se lleva a cabo por el bien de algún resultado esperado, recompensa extrínseca o con el fin de cumplir con una demanda.  
  
Aunque los estudiantes principalmente generan sus motivaciones, estas pueden ser mejoradas y aprendidas. En la práctica, un profesor de ciencias puede ofrecer desafíos óptimos y una rica fuente de motivación de estímulos a través de la elección de las actividades de aprendizaje. Por ello, además de las características previamente discutidas como la conducta autodeterminada y controlada del alumno, es oportuno analizar también las características de las actividades de aprendizaje, las cuales podrían aumentar la motivación del alumno, desde el punto de vista de necesidades psicológicas básicas: la necesidad de autonomía, competencia y relación social. Desde el punto de vista relacionado a las necesidades psicológicas básicas y las características motivacionales en las actividades para el aprendizaje se pueden clasificar en tres categorías:

* *La autonomía – apoyada a través de las actividades o los profesores*
* elección de métodos de aprendizaje centrados en el estudiante como "elaboración abierta" de investigaciones y otras tareas donde los estudiantes tengan opciones de cómo planear o realizar sus estudios.
* las actividades de aprendizaje colaborativo que apoyan la sensación de autonomía.
* planificación conjunta de las actividades de aprendizaje
* el uso de las TIC, en la que los estudiantes tienen opciones, posibilidades para la planificación y evaluación de las propias actividades.
* apoyo a la sensación de eficacia y la importancia del trabajo.

## *Apoyo al sentimiento de competencia de los estudiantes* a través de

* elección de investigación y otras tareas que sean posibles y resueltas por el estudiante
* elección y uso de métodos constructivos de evaluación, como la autoevaluación, evaluación de portfolio, discusiones informales que ayuden a los estudiantes a reconocer que son buenos en una actividad o que la realizan bien
* apoyo al sentimiento de que la actividad tiene un valor o utilidad para el estudiante.

## *Apoyo a la relación social de los estudiantes* a través de

* elegir las tareas y actividades de aprendizaje en colaboración y co- planificación, y uso de las TIC que ayudan a los estudiantes a sentirse cerca de sus compañeros
* apoyo al sentimiento de que el estudiante puede confiar en los demás y sentirse cerca uno con los otros.

*El interés* es una variable motivacional de contenido específico (Krapp, 2007). El interés se aborda desde dos puntos de vista principales. Uno de ellos es el interés como una característica de la persona (*interés personal*) y el otro es el interés como un estado psicológico provocado por las características específicas del entorno de aprendizaje (*interés situacional*). El interés personal es un tema específico que persiste en el tiempo. Se desarrolla lentamente y tiende a tener efectos a largo plazo sobre el conocimiento y los valores de la persona. Conocimientos previos, experiencias personales y las emociones son la base del interés personal. El interés situacional es espontáneo, fugaz y compartida entre los individuos. Es un estado emocional evocado por algo en el entorno inmediato y puede tener sólo un efecto a corto plazo sobre el conocimiento y los valores de un individuo. El interés situacional surge en función del grado de interés del tema o evento: Además, es inestable y parcialmente bajo el control de los profesores (Schraw y Lehman, 2001). Por lo tanto, un profesor debe apoyar a los estudiantes para que aprendan a despertar su curiosidad a través de la elección del estudio , actividades o tareas que evoque sorpresa. Un profesor puede hacer que el aprendizaje sea más agradable, divertido e interesante en dependencia de la elección de ejercicios simulatorios o de páginas web interesantes.  
  
Según Hoffman (2002) un contexto apropiado en el que ciertos contenidos de diferentes ciencias o temas se encuentran, la enseñanza y el aprendizaje pueden tener influencia en la calidad de la experiencia emocional que es importante para el desarrollo del interés situacional. Juuti, Lavonen, Uitto, Byman y Meisalo (2004) encuestaron a estudiantes del noveno grado en Finlandia sobre su interés en la física en ciertos contextos. Las cosas más interesantes (sobre todo para las niñas) estaban conectadas con el ser humano, como la salud y profesiones en las que están involucradas la ciencia y la tecnología. Por lo tanto, es importante acercarse a los temas vinculados a las actividades humanas. Las experiencias de los estudiantes fuera de la escuela son diferentes. Las experiencias de los varones son más relevantes para la física y temas técnicos; mientras que las experiencias de las niñas están estrechamente relacionados con la vida y la salud cotidiana. De modo que las experiencias relacionadas con la ciencia durante las clases de ciencias son importantes especialmente para las niñas.  
  
*La Teoría de la Autodeterminación* (SDT) y *Teoría de Interés* son teorías relativas. Especialmente desde el punto de vista de la enseñanza de ciencias, las mismas conclusiones se pueden hacer sobre la base de las dos teorías. Por ejemplo, es importante apoyar la autonomía de los estudiantes y la curiosidad para aumentar su interés o motivación para aprender. Ambas, la autonomía y la curiosidad, son posibles para apoyar la elección de las actividades de una manera versátil. La investigación científica, entre otras, puede apoyar a ambas cualidades.

**El aprendizaje a través de las observaciones**

En la vida cotidiana, *la observación* es simplemente entendida como "ver las cosas". Sin embargo, en la ciencia las observaciones se utilizan para generar nuevas explicaciones y teorías acerca de los fenómenos observados. Una observación científica requiere habilidades asociadas con la compilación e interpretación de datos que son influenciados por las suposiciones y conocimientos del observador. Observar es esencial en el aprendizaje de la ciencia (por ejemplo, Johnston, 2005, US Normas Nacionales de Educación Científica, 1996).  
  
Hodson (1986) hace énfasis en que una observación requiere conocimiento del objeto, saber observar. Además, es necesario entender que la observación, descripción e interpretación de las observaciones son dependientes de las teorías. Las observaciones científicas no son declaraciones categóricas sobre los objetos y acontecimientos en el mundo exterior. Son, más bien, informes de cómo las cosas le parecen al observador. Es decir, la forma en que el observador las interpreta. Con motivo de la distinción entre lo que es dudoso y lo que no es dudoso es parte de la motivación de los educadores de ciencias para distinguir observaciones de inferencias y conclusiones. Las observaciones son para marcar los puntos de inicio de razonamiento en el área del conocimiento. Es la base sobre la que se erige otro conocimiento.  
  
El pensamiento científico implica una interacción de la comprensión conceptual y procedimental. La comprensión conceptual se aplica a los hechos y la comprensión procedimental a las habilidades. La comprensión procedimental es pensar y hacer en forma simultánea (thinking-behing-doing). En el caso de la observación se incluyen, por ejemplo, las decisiones que se deben hacer sobre qué observar, con qué frecuencia y en qué plazo. Estos dos tipos de comprensión no son mutuamente excluyentes. Gott y Duggan (1994) hacen énfasis en que la comprensión procedimental es más que una cuestión de recordar y usar habilidades. Del mismo modo Warwick, Linfield y Stephenson (1999) establecen una distinción clara entre los conceptos de “habilidades de proceso " y " comprensión procedimental ", este último está relacionado con el diálogo sobre la evidencia. Kuhn et al. (2000) concluyen, sobre la base de su estudio de intervención con estudiantes de sexto y octavo grado, que una jerarquía de desarrollo de habilidades y la comprensión destacan el aprendizaje a través de la investigación.  
  
¿Qué sucede cuando una persona observa? De acuerdo con la teoría de la variación, el punto de partida es la estructura dinámica de la conciencia (Marton & Booth 1997, pág. 82-109) . La conciencia de un individuo contiene todas sus experiencias. Una experiencia se forma a través de las interacciones entre un individuo y un fenómeno. Con el fin de experimentar algo, el individuo tiene que discernir el objetivo para separarlo de su ambiente. Esto significa que el individuo tiene que notar las características visibles y/u ocultas del fenómeno y tomar conciencia de ello. El individuo discierne estos aspectos como entidades o como detalles. La conciencia puede ser guiada a discernir un determinado objetivo o parte de él, mientras que otras partes permanecen ocultas. Las características del objetivo pueden estar conectadas entre sí o a otras cosas de muchas maneras. Los objetivos previstos en la observación también pueden alterar muy rápidamente. El objetivo puede desaparecer de la conciencia y puede ser sustituida por otra cosa que ha estado originalmente en segundo plano. Aunque la conciencia es una experiencia holística de todas las observaciones realizadas en una determinada situación, algunas características pueden presentarse y otras pueden permanecer en el segundo plano.  
  
Cuando un individuo hace observaciones de una cosa o de un fenómeno, experimenta una conexión entre una determinada función y su significado. Se forma una idea del objeto. Esta idea es un nuevo estado de conciencia. Diferentes personas prestan atención a las diferentes características cuando realizan observaciones acerca de un objetivo. En ese momento tienen también diferentes conocimientos y formas de pensar de manera que forman diferentes concepciones ( Marton y Booth, 1997 ; Marton, Runesson, & Tsui, 2004 ) . La observación científica está estrechamente relacionada con la comprensión procedimental y conceptual y de esta manera se ve influida por el conocimiento ya existente y las experiencias anteriores. Mediante el procesamiento se forman nuevos conocimientos y habilidades. Sin embargo, la memoria de trabajo con su limitada capacidad y el procesamiento visual de información establece limitaciones a las observaciones (Sweller, 1994).  
  
Al observar un objeto o un fenómeno uno utiliza todos los sentidos o algún equipo con el fin de identificar las similitudes y diferencias, así como los patrones en y entre los objetos y fenómenos. Al mismo tiempo, cuando uno se da cuenta de algo, establecerá una relación al objeto que está observando un significado que se activa al mismo tiempo. El significado que se ha formado sobre la base de su conocimiento o experiencia anterior (Marton & Booth 1997 ). Esto significa que uno empieza a interpretar observaciones o secuencias y patrones en los fenómenos que están siendo observados, usando la información que se ha activado en la memoria operativa.

Durante una clase científica también otros factores como la motivación, el contexto o expectativa percibida del estudiante tienen un efecto significativo en su rendimiento.  
 La motivación es un factor importante en el proceso de observación, ya que afecta la orientación hacia una situación y para el proceso de observación en sí mismo. Por lo tanto, la situación debería aumentar de alguna manera la curiosidad o el sentimiento de autonomía o debería ser personalmente significativa (Deci y Ryan, 2002). Además, los factores afectivos y emocionales tienen que ser tomados en cuenta.  
  
En la figura 1 se agrupan las principales características de la observación científica desde el punto de vista cuando el profesor ha tratado de mejorar su método de enseñanza. En primer lugar se basa en las cuatro preguntas: ¿Qué hay que observar? ¿Cómo observar? ¿Cómo tratar las observaciones? y ¿Qué factores personales afectan las observaciones?. Bransford, Brown y Cocking (2000) describen cómo las representaciones internas se pueden construir a través de muchas oportunidades para observar las similitudes y diferencias entre los fenómenos observados. En consecuencia, el objetivo de estas actividades de observación es ayudar a los estudiantes a construir representaciones internas - información almacenada en la memoria que los alumnos puedan recuperar para generar inferencias, resolver problemas y tomar decisiones. La naturaleza de la memoria proporciona sugerencias de cómo se procesan las observaciones en la memoria operativa y se almacenan en ella a largo plazo (Rapp y Kurby, 2008).  
Hemos dejado a un lado el pensamiento conceptual que establece relación con los conceptos y teorías relacionadas con el tema de la observación. Nos hemos referido brevemente sólo al ambiente de aprendizaje, es decir, a los contextos sociales, psicológicos y pedagógicos en las que se produce el aprendizaje y que afectan las actitudes y creencias de los estudiantes.

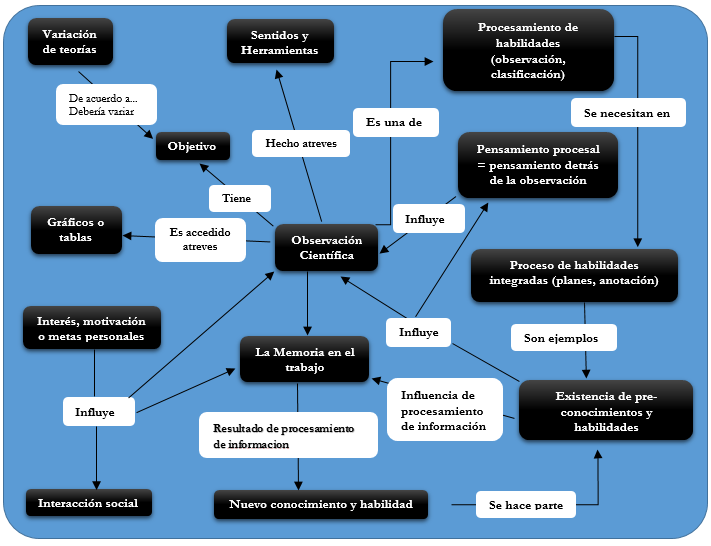


Figure 1. Ítems conectados a la investigación científica

**Modelos de la Ciencia en la Primaria**

Un modelo es la representación de una idea, objeto, acontecimiento, proceso o sistema (Gilbert & Boulter, 1998.). Nersessian (1999, 15) hace énfasis en modelos como "representaciones mentales con las cuales un científico realiza un análisis de razonamiento y por medio de este crea un mayor entendimiento a través de una lente conceptual estructurada”. Desde el punto de vista de la enseñanza de las ciencias, los modelos son parte del proceso de aprendizaje de los estudiantes, los cuales ayudan a estructurar nuevos conceptos relacionados con los anteriores.  
Según Gilbert y Boulter (1998, 56, 60), los modelos pueden ser clasificados sobre la base de su estado ontológico:  
1. Una representación interna (o un modelo mental) del estudiante es la representación cognitiva privada y personal de él mismo que se forma ya sea por cuenta propia o de un grupo. A través de la representación interna el estudiante hace un modelo mental disponible a sí mismo.  
2. Una representación externa o un modelo expresado por un estudiante es un modelo mental que hace saber, escribe, etc. a otros. La representación externa hace posible un modelo disponible para otros. Se cree que al mostrar este modelo se generan cambios en el modelo mental.  
3. Un modelo de consenso se genera en grupos sociales después de realizar una discusión y experimentación. Los modelos de consenso publicados se convierten en modelos científicos. Estos modelos científicos representan la concepción científica actual de un fenómeno. Modelos de consenso más antiguos que se han producido en un contexto histórico específico y reemplazado, se llaman modelos históricos.  
4. Los modelos de enseñanza, particularmente los relacionados a situación en el aula de clases, son modelos planificados, que tienen como objetivo ayudar en la comprensión de consenso, modelos históricos o curriculares. Los estudiantes se familiarizarán con varios modelos de enseñanza en la Unidad 1.  
El currículo de las clases de ciencias en varios países enfatiza en el papel de modelos y modelización en la enseñanza de la ciencia en todos los niveles. Desde el nivel primario al nivel secundario superior. Giere (1991) describe cómo se adoptan los conceptos y las leyes naturales a través de la interacción entre los objetos del mundo real y el mundo de los modelos, como se describe en la Figura 2. En una situación de aprendizaje en la que los estudiantes utilizan simultáneamente una serie de modelos explicativos o modelos mentales como Gilbert y Boulter (1998) han descrito.

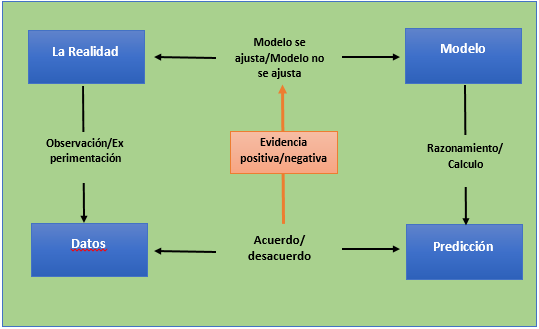


Figure 2. El modelo general de Giere describe como los conceptos de los científicos son adoptados.

Mediante la observación y la experimentación un estudiante puede compilar datos sobre los fenómenos del "mundo real”. Junto a esto, el estudiante conjetura explicaciones para el comportamiento de este mundo real sobre la base de sus modelos mentales. A partir de estos modelos, un estudiante puede ser capaz de deducir una predicción específica y compararlo con los datos. Si los datos y la predicción están de acuerdo, aumenta la confianza de los estudiantes en la correspondencia entre la explicación y el mundo real. La falta de correspondencia pueden llevar a los estudiantes a cuestionar la explicación.  
  
**Aprendizaje a través de la Clasificación**  
  
Nosotros hacemos observaciones y clasificaciones ya desde nuestro nacimiento. La clasificación incluye, por ejemplo, la categorización de las personas, los objetos, los organismos y las plantas o fenómenos en diferentes categorías. Uno puede clasificar y organizar objetos y fenómenos sobre la base de numerosos atributos diferentes. Por ejemplo, el material de que está hecho un artefacto que puede ser de metal o de plástico.  
  
El fenómeno físico se puede clasificar en movimiento, los fenómenos eléctricos, térmicos y de sonido, entre otros. Respectivamente los atributos de los materiales se pueden clasificar en atributos mecánicos, eléctricos, ópticos y acústicos. La clasificación puede implicar la formación de una jerarquía de conceptos. Los materiales también pueden ser clasificados en un nivel más general, por ejemplo, en las sustancias puras y las mezcladas.



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Moción y balance | Vibración y movimiento de onda, sonido | Fenómeno térmico, luz | Ópticas | Electromagnetismo, electricidad y magnetismo, físicas modernas |

Figura 3. Clasificación de los fenómenos físicos.  
  
Los conceptos son herramientas con las cuales somos capaces de comprender y analizar el mundo. Cuando los estudiantes aprenden nuevos conceptos, deben ser apoyados para vincular los conceptos estudiados a sus previos conocimientos. Esto supone que un significado para el concepto tiene que ser creado antes de que pueda ser entendido y utilizado en nuevas situaciones. Según Joyce y Weil (1980: 25-60), las personas construyen los conceptos de forma natural por la clasificación de datos ejemplificados. En las escuelas también los estudiantes logran alcanzar el entendimiento de un concepto sólo después de tener un número significativo relacionado a ejemplos y no relacionados al concepto. Los estudiantes deben ser apoyados y asesorados en la a formación de conceptos,por ejemplo en la clasificación de ejemplos en clase.  
  
La clasificación y la organización de datos puede ejecutarse de una manera más fácil, por ejemplo con preguntas como: " ¿Qué atributos tienen los artefactos / fenómenos en común?” “¿Qué diferencias hay entre los artefactos / fenómenos? " " ¿Qúe similitudes tinen? " “Organizar los artefactos / entidades según su tamaño / masa / rugosidad de la superficie / necesidad. " “¿En qué orden sucedieron las cosas? ". Las preguntas del profesor ayudan a los estudiantes a comparar los artefactos / fenómenos bajo examinación y así entender sus similitudes y diferencias. El proceso de clasificación se facilita cuando el aprendizaje comienza con las propias condiciones de vida de los estudiantes y sus experiencias previas. Por ejemplo, los meses se pueden clasificar en los meses de invierno, primavera, verano y otoño. La clasificación se basa en las experiencias de los estudiantes sobre los meses: sus temperaturas y precipitaciones.  
  
A continuación tenemos una descripción del método de adquisición de conceptos sobre la base de la clasificación. El método fue desarrollado por Joyce y Weil (1980) sobre la base de las ideas presentadas por Jerome Bruner. Bruner define adquisición de conceptos (o el aprendizaje de conceptos) como " la búsqueda y la enumeración de atributos que se pueden utilizar para distinguir los ejemplos de los no ejemplos de diversas categorías. " Por lo tanto, los conceptos son las categorías mentales que nos ayudan a clasificar objetos, acontecimientos o ideas, basándose en el entendimiento de que cada objeto, evento o idea tiene un conjunto de características relevantes comunes. Por lo tanto, el aprendizaje de conceptos es una estrategia que necesita el estudiante para comparar y contrastar grupos o categorías que contienen características conceptuales relevantes con grupos o categorías que no contienen características conceptuales relevantes.  
   
La clasificación como un método de aprendizaje consiste en la clasificación, formación y alcance del concepto. El concepto o la definición preliminar se construye inductivamente mediante la clasificación de ejemplos. Por lo tanto un concepto preliminar derivado se prueba deductivamente con ejemplos adicionales cuando se logra el concepto. Las fases de la adquisición de conceptos a través de la clasificación se describen en la siguiente forma utilizando material metálico como ejemplo:

1. El profesor introduce modelos relacionados y no relacionados con el concepto, es decir, positivos (+) y negativo (-). (El profesor muestra a los estudiantes artefactos de metal (+) y artefactos de plástico (-) ). Los estudiantes identifican los atributos de los que hacen de modelos positivos relacionados con el concepto y los modelos negativos no relacionados con el concepto (el metal es brillante, el metal es duro). Los estudiantes presentan una definición descriptiva del concepto (material duro y brillante)
2. El profesor entrega a los estudiantes más modelos para que determinen si estos modelos están o no relacionados al concepto (de metal).
3. Después de la clarificación de los modelos adicionales el concepto es definido con la ayuda del profesor (el metal es brillante, duro y material maleable).  
     
   La clasificación también puede realizarse en la forma que el profesor primero presenta toda la información y luego le pide a los estudiantes que clasifiquen los datos en categorías. En este tipo de proceso de clasificación los alumnos están más activamente involucrados que en el método anterior. Así pues, este enfoque establece que el maestro es paciente y guía a los estudiantes. También es posible combinar actividades de investigación y de clasificación.

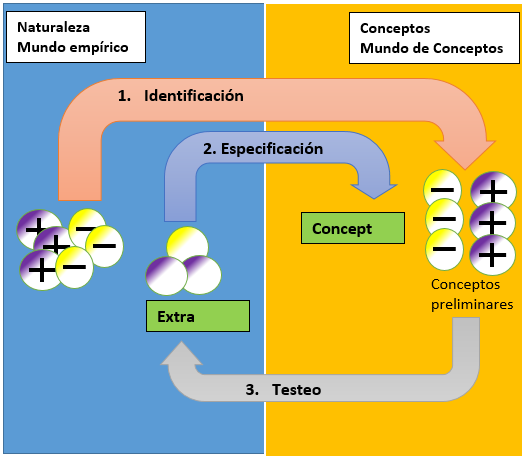


Figure 3. La fase de conceptos obtenidas a través de la clasificación

Los productos y utensilios en una cocina pueden clasificarse al menos en cuatro grupos. El grupo uno se compone de artefactos de metal; el grupo dos, de artefactos de plástico; el grupo tres, de artefactos de papel y el grupo cuatro, de artefactos de vidrio. La clasificación puede conducir a discusiones adicionales variadas. Por ejemplo, alguien puede mencionar sobre el reciclaje en la casa o cómo se adaptan los diferentes materiales para diferentes usos. ¿Se puede pensar en otras formas de clasificación de los suministros alimenticios e utensilios de la cocina? Este tipo de ejercicio de clasificación es adecuado para situaciones en las que los estudiantes practican la clasificación. Para hacer una clasificación de los artefactos, los estudiantes pueden ser organizados en grupos de dos, tres o cuatro.. El profesor también puede contar con bolsas que contengan muestras de datos de clasificaciones similares y luego distribuirlas entre los estudiantes para su clasificación.



Figure 4. Clasificación de los productos y utensilios de cocina basados en los materiales

El aprendizaje a trevés de la investigación científica

La enseñanza de las ciencias basada en la investigación, se ha caracterizado en una variedad de formas a lo largo de los años (DeBoer, 1991 ; Andersson, 2007) y promovido desde una variedad de perspectivas. Unas hacen énfasis en la naturaleza activa de la participación estudiantil asociando la investigación con el aprendizaje manual y experimental o basada en la instrucción de las actividades. Otras han vinculado la investigación con un enfoque de descubrimiento o con el desarrollo de habilidades de proceso asociadas con "el método científico".  
  
Los estudiantes agrupados en actividades de investigación científica, por lo general en pequeños grupos, comienzan con una pregunta, diseñan la investigación, reúnen pruebas, formulan una respuesta a la pregunta original y comunican el proceso de investigación y los resultados. En investigaciones parciales, las que son también las de investigación de ciencias, los estudiantes desarrollan habilidades y el entendimiento acerca de ciertos aspectos del proceso de investigación. Ellos pueden, por ejemplo, describir como ellos diseñarían una investigación, cómo desarrollar explicaciones basadas en la información y evidencia científica, aportadas a través de las actividades en el aula de clases. También pueden reconocer y analizar varias explicaciones alternativas para un fenómeno natural que se presenta en una demostración realizada por el profesor. Las experiencias en las que los estudiantes se involucran en investigaciones científicas proporcionan la base para el desarrollo de una comprensión de la naturaleza de la investigación científica. También proporcionar una base para apreciar la historia de la ciencia. Los estudiantes deberían entender que el conocimiento y teorías de fondo orientan el diseño de las investigaciones, tipos de observaciones hechas y las interpretaciones de los datos. A su vez, los experimentos e investigaciones que los ellos realizan se convierten en experiencias que conforman y modifican su conocimiento de base.  
  
En la actividad de investigación científica, primero se les pide a los estudiantes predecir lo que sucederáaún así, no es justo pedirles hacer predicciones en el caso de que no tengan ninguna idea o representación de los fenómenos. Por lo tanto, antes de la fase de predicción se les debe ayudar a a reconocer sus propias experiencias y conocimientos. Por ejemplo, los ejercicios de clasificación pueden ayudarles a reconocer sus conocimientos existentes basados en sus experiencias. Anotar la predicción les motiva a buscar una respuesta. Las explicaciones de los estudiantes sobre las razones de sus predicciones le proporcionan al profesor una idea de sus teorías

En segundo lugar se les pide centrarse en las observaciones y escribir lo que observan. Por último se les pide que formulen sus explicaciones y tomen en cuenta las observaciones. Después de escribir sus explicaciones en un papel, las ideas se discuten en grupo. Sin embargo, para los estudiantes de primaria las rspuestas escritas pueden ser una barrera para la comunicación útil de las ideas. Las respuestas orales deben ser controladas para que otros miembros del grupo no influyan inicialmente en los estudiantes (Por ejemplo, discutir en pareja, antes de compartir con todo el grupo). Los estudiantes pueden tener dificultades para explicar su razonamiento. Ellos son más propensos a aprender de las observaciones que confirman sus predicciones. Esto advierte que tengamos cuidado de que las predicciones no son conjeturas al azar o sin sentido. Una conversación conjunta sobre lo que se podría esperar para ver y ¿por qué? basada en la idea científica, podría ayudar a evitar esta trampa (Palmer, 1995 ) .  
  
Al final del milenio anterior, hubo un gran interés hacia el aprendizaje o *la investigación en entornos de aprendizaje basados ​​en la Web* (WBLE, *Web Based Learning Environments*). Este es también un ejemplo de una actividad de investigación científica. En este marco, la investigación se entiende como "involucrar a los estudiantes en el proceso intencional en el diagnóstico de problemas, critica de experimentos , distinguiendo alternativas, planificación de investigaciones, conjeturas investigativas, búsqueda de información, debate con los compañeros, busqueda de información de los expertos y la formación de argumentos coherentes." (Linn, Davis, y Bell, 2004a, xvi).  
  
En ambos casos, la naturaleza o el Internet como fuente de información de la investigación o el aprendizaje basado en la investigación se pueden encontrar similitudes. Las siguientes características del aprendizaje basadas en la investigación se pueden destacar:  
− El aprendizaje es un proceso activo, en lugar de la recepción pasiva de información. Los estudiantes se benefician con trabajar en problemas complejos que pueden ser abordados desde diferentes perspectivas.  
− El aprendizaje es un proceso cooperativo y, por lo tanto, los estudiantes deben ser inducidos a la interacción con otras personas que trabajan en el mismo problema. El lenguaje es el portador más importante de las interacciones que apoya la investigación.  
− Comprensión conceptual toma como precedente sobre la eficiencia procedimental. El conocimiento acerca de cómo llevar a cabo un procedimiento tiene un valor limitado si los estudiantes no tienen una comprensión de cómo y cuándo utilizar este conocimiento.  
− El profesor debe ser sensible a los conocimientos previos de los alumnos sobre el fenómeno en estudio. Algunas de estas ideas podrían ser valiosas para el aprendizaje, pero otras podrían ser improductivas.  
− Las actividades de aprendizaje se dan en contextos interesantes.  
− Los problemas que son relevantes a las experiencias de los estudiantes fuera del ámbito escolar les permiten hacer conexiones entre lo que aprenden fuera de la escuela y en la clase.  
− El desarrollo de habilidades metacognitivas permite a los estudiantes asumir la responsabilidad de la gestión y el control de sus propias actividades de aprendizaje.  
− Los estudiantes deben estar preparados para el aprendizaje permanente. La educación formal debe hacerles capaces de aprender durante el resto de sus vida para responder a las demandas de una sociedad que cambia continuamente.

**Referencias**

Anderson, D., Lucas, K., and Ginns, I. (2003). Theoretical perspectives on learning in an informal setting. *Journal of Research in Science Teaching 40*(2), 177-199.

Anderson, L.W. & Krathwohl, D.R. (Eds.) (2001). *A taxonomy for Learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom’s taxonomy of educational objectives*. New York: Addison Wesley Longman.

Bransford, J.D., & Donovan, S.M. (2005). *How Students Learn Science in the Classroom*. Washington, D.C.: National Academies Press.

Bransford, J.D., Brown, A.L., & Cocking, R.C. (Eds) (2000). *How People learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington, D.C.: National Academies Press.

DeBoer, G. E. (1991). *A history of ideas in science education*. New York: Teachers College Press.

Deci, E. L. & Ryan, R.M. (2002). *Handbook of self-determination research*. Rochester: The University of Rochester Press.

Deci, E.L., & Ryan, R.M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11, 227-268.

Gott, R. & Duggan, S. (1994). *Investigative working in the science curriculum*. Buckingham: Open University Press.

Giere, R.N. (1991). *Understanding Scientific Reasoning,* 3 rd edition. Fort Worth, TX: Holt, Rinehart and Winston

Gilbert, J. ja Boulter, C. (1998). Learning Science through Models and Modelling. In B. Fraser & K. Tabin, (Eds.) *International Handbook of Science Education*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 53-66.

Haury, D. L. (2002). Fundamental skills in science. Observation (Eric Digest EDO-SE-02-05). Columbus, OH. Educational Resources Information Center.

Hodson, D. (1986). The nature of scientific observation. *School Science Review, 68*, 17-30.

Hoffman, L. (2002). Promoting girls’ interest and achievement in physics classes for beginners. *Learning and Instruction, 12*, 447–465

Johnston, J. (2005). *Early explorations in science*. Maidenhead: Open University Press.

Joyce, B. & Weil, M. (1980). Models of Teaching. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.

Juuti, K., Lavonen, J., Uitto, A., Byman, R., & Meisalo, V. (2004). Boys and Girls Interest in Physics in Different Contexts: A Finnish Survey. In A. Laine, J. Lavonen, & V. Meisalo (Eds.), *Current research on mathematics and science education*. (Research Report 253, pp. 55-79). Helsinki: University of Helsinki, Department of Applied Sciences of Education.

Krapp, A. (2007). An educational–psychological conceptualisation of interest. International *Journal for Educational and Vocational Guidance*, 7(1), 5-21,

Linn, M.C. (2003). Technology and science education: starting points, research programs, and trends. *International Journal of Science Education 25*(6), 727–758.

Linn, M.C., Davis, E.A., & Bell, P., Eds. (2004). *Internet Environments for Science Education.* Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum Associates.

Marton, F. & Booth, S. (1997). *Learning and awareness*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Marton, F. & Tsui, A.B. (Eds.) (2004). *Classroom discourse and the space of learning*. New Jersey: Lawrence Erlbaum.

Marton, F., Runesson, U. & Tsui, A.B. (2004). The space of learning. In F. Marton & A. B.Tsui (Eds.) *Classroom discourse and the space of learning* (pp. 3-62). New Jersey: Lawrence Erlbaum.

Nersessian, N. J. (1999). Model-Based Reasoning in Conceptual Change. In L.Magnani, N.J. Nersessian & P. Thagard (Eds.), *Model-Based Reasoning in Scientific Discovery*, pp. 5- 22. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

OECD (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Retrieved from <http://www.oecd.org/dataoecd/63/35/37464175.pdf>

Rapp, D.N. & Kurby, C.A. (2008). The ‘Ins’ and ‘Outs’ of Learning: Internal  
Representations and External Visualizations. In J.K. Gilbert, M. Reiner & M.  
Nakhleh (Eds.), *Visualization: Theory and Practice in Science Education*  
(Volume 3, pp. 29-52). The Netherlands: Springer.

Ryan, R.M., & Deci, E.L. (2002). An overview of self-determination theory: An organismic-dialectical perspective. In E.L. Deci & R.M. Ryan (Eds.), *Handbook of self-determination research* (pp.3-33). Rochester, NY: The University of Rochester Press.

Schraw, G., & Lehman, S. (2001). Situational interest: a review of the literature and directions for future research. *Educational Psychology Review, 13*, 23-52.

Standard (1996). National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy of Sciences.

Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty and instructional design. *Learning and Instruction, 4*, 295-312.

Warwick, P., Linfield, R.S. & Stephenson, P. (1999). A comparision of primary pupils’ ability to express procedural understanding in science through speech and writing. *International Journal of Science Education, 21*(8), 823-838.