

## Pedagogía de la Indagación guiada

Dr. Marino Latorre Ariño  
UMCH – Lima, Perú, 2015

### 0. Introducción

El concepto de indagar se refiere al *“conjunto de preguntas e investigaciones que se llevan a cabo para conocer datos o informaciones y a partir de ahí, producir conocimiento”*.

- Indagar es el acto de inquirir, explorar y descubrir, hacer preguntas, que permitan abrir, ver y explorar nuevas potencialidades, nuevas posibilidades de conocimiento; es averiguar por medio de la discusión o con preguntas.

- Indagar se puede asimilar también a una manera de leer el mundo; algo que va más allá de nuestros ojos; es el desarrollo de un proceso mental, propiciado por preguntas cuidadosamente elaboradas y mejor planteadas.

La indagación científica es una propuesta pedagógica basada en la filosofía de John Dewey (1910) quien afirma que *“la educación comienza con la curiosidad del estudiante”*. John Dewey (1929), señala que la curiosidad y la pregunta son quienes dan origen al pensamiento y afirma que en el ser humano la curiosidad es como un instinto natural y que durante su crecimiento y la participación en las relaciones sociales, éste se vale del lenguaje interrogativo, --el de las preguntas--, para explorar el mundo, conociéndolo a través de las respuestas de los adultos (Camacho, et al. 2008). *“El verdadero aprendizaje se basa en el descubrimiento guiado por un tutor, más que en la transmisión de conocimientos”* (John Dewey, 1929).

La *Indagación guiada* está basada en un enfoque constructivista del aprendizaje que sostiene que *“el conocimiento es el resultado de la interacción entre la nueva información y la información previa, construyendo modelos para interpretar la nueva información y no solo recibirla; significa que cada individuo tiene que construir su propio conocimiento y no puede quedarse solo con recibir lo ya han elaborado por otros”*. *“Todo conocimiento es una respuesta a una pregunta. Sin preguntas, no puede haber conocimiento científico”* (Gastón Bachelard, 1884 -1962).

La *Indagación guiada* es, también, una forma de poner en práctica la teoría de Ausubel, D. sobre *aprendizaje significativo*; todo aprendizaje significativo modifica la estructura cognitiva del sujeto mediante la inclusión de nuevos conceptos, ampliando la estructura conceptual o conocimiento sobre las cosas, esto da base para la adquisición de nuevos conocimientos y conceptos más complejos.

En la Sociedad del conocimiento la educación no solo se plantea en términos del aprendizaje, sino también del desarrollo del pensamiento; por esta razón es necesario educar a un ciudadano responsable, capaz de responder de forma adecuada e inteligente a las exigencias planteadas por situaciones problemáticas (Lipman, 1990). Esto supone desarrollar en los estudiantes, --en las escuelas y universidades-- la capacidad para investigar y el pensamiento crítico. Promover experiencias que estimulen el ejercicio del pensamiento crítico sobre la información recibida es más importante que la información en sí misma.

Una de las condiciones que ayuda al desarrollo del pensamiento crítico, es la participación activa de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje. El *aprendizaje por indagación* es una de las estrategias que contribuye a este propósito. Esto implica desarrollar en los estudiantes un sistema de pensamiento mediante un ejercicio intelectual que le permita:

- ✓ plantearse preguntas,
- ✓ discutir y argumentar sus ideas,
- ✓ formular hipótesis,
- ✓ proponer diseños experimentales y
- ✓ hallar posibles respuestas a preguntas problemas (Santos y Hernández, 2005).

En *la indagación guiada* se parte de una situación-tema-problema concretos que sea interesante y motivador para los estudiantes, que se apoya en una pregunta guía que orienta a los estudiantes en la observación, recopilación de información, y el establecimiento de hipótesis; así surgirán las predicciones que den posibles respuestas a las hipótesis, la experimentación y obtención de información, el análisis de resultados, las conclusiones y la comunicación de sus resultados.

La situación problemática se inicia con una pregunta guía que debe ser: significativa, de interés para los estudiantes, apropiada para el aprendizaje de conceptos científicos, resoluble en el sentido de que se pueda encontrar la información útil o datos relacionados con la pregunta. La estrategia de indagación guiada comprende en términos generales los siguientes procesos:

- ✓ Los docentes plantean situaciones o temas que generen interés en los estudiantes y proporcionen una introducción preliminar de la tarea. Se involucra a los estudiantes en la cuestión científica, evento o fenómeno, que conecta con lo que ellos ya conocen, creando conflicto con sus propias ideas y los motiva a aprender.

- ✓ Los estudiantes trabajando en grupos colaborativos, estudian las situaciones problemáticas planteadas y, con las ayudas bibliográficas apropiadas, empiezan a delimitar el problema y a explicitar ideas.

- ✓ Los problemas se tratan siguiendo una orientación científica, con formulación de hipótesis (y explicación de las ideas previas), se proponen diseños experimentales para sustentar o refutar las hipótesis, se resuelven problemas y se generan explicaciones para lo que se observa, se analizan e interpretan datos, sintetizan sus ideas, construyen modelos y clarifican conceptos con las explicaciones de los profesores y otras fuentes de información.

- ✓ Se comparan los resultados obtenidos por otros grupos de estudiantes. En este momento se pueden dar resultados diferentes, creando un conflicto cognitivo que estimula la reflexión sobre lo realizado, conduce a replantear el problema y a proponer nuevas hipótesis.

- ✓ Los nuevos conocimientos y habilidades se aplican a nuevas situaciones para profundizar en los mismos y al ser asimilados amplían la estructura conceptual que sobre el tema tienen los estudiantes.

- ✓ Con la asesoría del profesor se revisa y evalúa lo que se ha aprendido y cómo ha sido aprendido (National Research Council, 2000; Gil, 1993; Gil, 1994; Gil, Carrascosa, Furió y Martínez-Torregrosa, 1991).

**Nota: Alerta sobre malentendidos**

“La indagación guiada no es un “*método*” para hacer ciencia; es una manera de trabajar en el aula en la cual la primera etapa obligatoria, --de una secuencia fija y lineal--, es aquella en la que cada uno de los estudiantes formula preguntas sobre un tema para poder investigarlo. Es “*una aproximación*” a los temas y problemas escogidos, en los cuales se promueve el formular preguntas reales y las preguntas pueden ser formuladas por cualquier estudiante que tiene ansia de saber. De manera igualmente importante, --como garantía de calidad de una aproximación a la indagación-- todas las respuestas tentativas se toman en cuenta seriamente y se investigan tan rigurosamente como las circunstancias lo permitan” (Wells, Gordon (2001).

## 1. Características de la indagación

- **Autenticidad**

- La indagación se origina por un tema, cuestión, problema, pregunta, exploración, etc. que proporciona la oportunidades para crear o producir algo que contribuya al conocimiento del mundo, por parte de los estudiantes.
- Las tareas requieren una diversidad de roles o perspectivas.

- **Rigor académico**

- La indagación induce a que los estudiantes construyan conocimiento, lo que deriva en un entendimiento profundo del mundo.
- Se provee a los estudiantes de una diversidad de maneras flexibles para aproximarse a los temas, cuestiones o preguntas objeto de estudio, que utilizan métodos de indagación que son centrales para las disciplinas donde surge y así adquiere sentido el problema, la cuestión o la pregunta.
- El estudio por indagación fomenta en los estudiantes el desarrollo de hábitos mentales que los induce a preguntar sobre:

- ✓ evidencias (¿cómo sabemos lo que sabemos?)
- ✓ punto de vista (¿quién está hablando?)
- ✓ patrones y conexiones (¿qué causa qué...?)
- ✓ suposiciones (¿de qué otra manera podrían haber sido las cosas?)
- ✓ por qué es importante (¿a quién le importa?)

- **Fases de desarrollo de la pedagogía de la indagación**

- ✓ Confrontación del estudiante con una situación desconcertante. Presentar la discrepancia.
- ✓ Analizar del proceso de indagación. Analizar la estrategia para indagar y desarrollar las que resultan más eficaces.
- ✓ Recopilación de datos-verificación. Verificar la naturaleza de los objetos y condiciones, verificar la ocurrencia de la situación problemática.
- ✓ Experimentación. Aislar las variables pertinentes, elaborar hipótesis y probar las relaciones causales
- ✓ Organizar, formular reglas o explicaciones.

- **Principios de intervención**

El docente debe:

- ✓ Asegurarse que las preguntas se formulen de un modo adecuado.
- ✓ Pedir a los estudiantes que formulen nuevamente las preguntas que no son válidas.
- ✓ Señalar los puntos no válidos.
- ✓ Usar un lenguaje propio del proceso de indagación.
- ✓ Proporcionar un entorno intelectualmente libre; no evaluar – calificar -- las teorías erróneas del estudiante.
- ✓ Incitar a los estudiantes a enunciar claramente sus teorías y brindarles apoyo cuando generalizan.
- ✓ Estimular la interacción de los estudiantes.

- **Exploración activa**

- La pedagogía de la indagación requiere que los estudiantes dediquen importantes periodos de tiempo realizando trabajo de campo, trabajo de diseño, laboratorios, entrevistas, trabajo en el estudio, construcción, etc.
- Requiere que los estudiantes se involucren en investigaciones reales y auténticas usando una variedad de medios, métodos y recursos.
- Requiere que los estudiantes comuniquen lo que están haciendo a una variedad de audiencias a través de presentaciones, exposiciones, sitios web, wiki, blog, etc.

- **Uso de tecnologías digitales**

- El uso de la tecnología es esencial para completar la tarea. La tecnología se debe utilizar, de esta manera se facilitan nuevas maneras de pensar y de hacer.
- El tema de estudio que se indaga, obliga a los estudiantes a determinar qué tecnologías son más apropiadas.
- El estudio puede requerir el uso sofisticado de los programas de cómputo multimedia /hipermedios, video, conferencias, simulación, bases de datos, programación, etc.
- El estudio requiere que los estudiantes conduzcan y lleven a cabo investigación, que compartan información, que tomen decisiones, resuelvan problemas, creen significados y que se comuniquen con diversas audiencias, dentro y fuera del salón de clase.
- Los estudiantes y padres tienen acceso continuo en línea al estudio a medida que éste se desarrolla.

- **Más allá de la escuela**

- El trabajo de indagación requiere que los estudiantes aborden preguntas, cuestiones *semi-estructuradas* y relevantes para el desarrollo del currículum, pero basadas en la vida real, más allá de la escuela.
- La indagación requiere que los estudiantes desarrollen aptitudes organizacionales y de administración del tiempo para completar el trabajo.
- El trabajo de indagación conduce a que los estudiantes adquieran y utilicen competencias deseables en las organizaciones de trabajo de alto desempeño -- por ejemplo, competencias de trabajo en equipo, solución de problemas, comunicaciones, toma de decisiones y manejo de proyectos, etc.--.

- **Interacciones sociales**

✓ En la pedagogía de la indagación el docente controla la interacción y prescribe la forma en que se va a realizar. Es preciso estimular la interacción de los estudiantes. Sin embargo, las normas son las inherentes a la cooperación, a la libertad intelectual y a la igualdad. El entorno intelectual está abierto a todas las ideas pertinentes y los docentes y estudiantes deben participar en ellas sobre una base equitativa.

- **Contacto con expertos**

- El estudio requiere que los estudiantes observen e interaccionen con adultos expertos y experimentados en una variedad de situaciones.
- Requiere que los estudiantes trabajen de manera cercana y conozcan, por lo menos, a un adulto además de su maestro.
- Las actividades se diseñan en colaboración con gente experta, directa o indirectamente. Se requiere que los adultos colaboren entre sí y con los estudiantes en el diseño y la evaluación del trabajo de indagación.

- **Comunicación elaborada**

- Los estudiantes tienen oportunidades para apoyar, retar y responder a las ideas de cada uno, a medida que negocian un entendimiento colectivo de conceptos relevantes.
- Los estudiantes tienen oportunidades de negociar en la conversación dentro de las discusiones que se realizan en grupos grandes y pequeños.
- Los estudiantes tienen oportunidades de escoger formas de expresión para expresar sus argumentos.
- La indagación provee oportunidades para que los estudiantes comuniquen lo que están aprendiendo a una variedad de audiencias.

- **Ventajas de la indagación**

- Los estudiantes indagan espontáneamente cuando se asombran y el asombro los conduce a conocer, indagar.
- Pueden tomar conciencia de sus estrategias intelectuales y aprender a analizarlas.
- La indagación colaborativa enriquece el pensamiento y ayuda a los estudiantes a comprender la naturaleza tentativa y emergente del conocimiento y a valorar las explicaciones.

- **Evaluación**

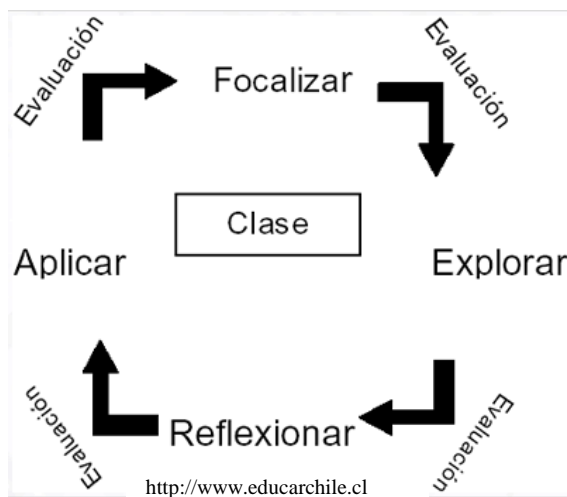
- La evaluación guía el aprendizaje de los estudiantes y la planificación del profesor.
- La evaluación continua se integra como parte del diseño de la indagación proveyendo retroalimentación descriptiva y oportuna.
- La evaluación utiliza una serie de métodos, que incluyen evaluación entre compañeros – co-evaluación -- auto-evaluación y hetero-evaluación.
- El estudio provee oportunidades para que los estudiantes reflexionen sobre su aprendizaje utilizando criterios claros que ellos han ayudado a establecer. Los estudiantes utilizan estas reflexiones para establecer objetivos de aprendizaje, establecer los siguientes pasos y para desarrollar estrategias efectivas sobre su propio aprendizaje.
- Los profesores, compañeros, adultos y los estudiantes se involucran en la evaluación del trabajo.

## 2. Etapas para realizar la Pedagogía de la Indagación

El siglo XXI ha mostrado que los datos y la información se encuentra en un cambio constante; solo hay que saber buscarla, analizarla, seleccionarla, organizarla y evaluarla de manera efectiva; la labor del docente debe enriquecerse con procesos de enseñanza en los cuales los estudiantes tengan la oportunidad de investigar, reflexionar y socializar, crear-producir, proponer, etc.

Los estudiantes del siglo XXI, pueden usar diferentes herramientas tecnológicas, pero requieren de la guía del docente, para que aprendan con ellas a solucionar problemas en un contexto determinado; de esta manera los estudiantes encontraran un sentido al aprendizaje.

Las estrategias y pasos que se proponen sirven para todas las áreas. Para utilizar la metodología de la indagación se diseñan actividades que cumplan con las etapas del aprendizaje siguientes: **focalización, exploración, reflexión-contrastación, aplicación y evaluación.**



**2.1. Focalización.** En esta etapa inicial se pretende centrar la atención de los estudiantes, tratando de generar motivación, lo que se puede lograr a partir de un tema que se relacione con el objetivo de la actividad y con sus intereses y necesidades.

Es fundamental iniciar la actividad con una o más preguntas motivadoras que sean un desafío para los estudiantes. Se plantean preguntas con el propósito de indagar los conocimientos previos y el modo en que conciben el fenómeno que se va a estudiar. Se realiza a través de una lluvia de ideas. Se trata de oír la opinión de todos los estudiantes y sirve para determinar su nivel de conocimiento acerca del posible tema de indagación.

En esta fase de la pedagogía de la indagación no hay respuestas correctas ni erróneas; las respuestas son solo respuestas. Las respuestas permiten al docente, determinar el nivel de conocimiento inicial de los estudiantes para comenzar a construir los nuevos aprendizajes. Los pre-conceptos deben ser considerados como el elemento base para ser

contrastados con los aprendizajes logrados al término del proceso y transformar así, lo cotidiano e informal, en ideas y conceptos con fundamentos científicos.

**2.2. Exploración.** Es el momento en que los estudiantes indagan, experimentan, descubren conocimientos para resolver sus dudas y crear nuevos conceptos, formulan hipótesis de trabajo, etc. Esta parte es de vital importancia en la planificación del docente; una buena experiencia realizada o información recogida, ayudará a que los estudiantes refuercen o construyan nuevos saberes acerca del tema tratado.

**2.3. Reflexión-contrastación.** En esta etapa se afianzan los conocimientos previos, se producen las modificaciones de los mismos y aquí se manifiesta el aprendizaje logrado por los estudiantes. Los estudiantes comparan sus predicciones con la observado u obtenido; discuten los resultados; formulan en equipo posibles explicaciones; registran sus ideas, preguntas, y pensamientos. Comunican sus hallazgos.

Es la etapa en la que los estudiantes elaboran sus propias conclusiones acerca del problema o pregunta planteada. Este conocimiento nuevo debe ser comunicado con palabras propias ya sea en forma oral o escrita, contribuyendo así a la indagación y al desarrollo de un lenguaje científico. El docente debe ayudar a organizar las ideas y los aprendizajes logrados usando un lenguaje científico apropiado, introducir algunos conceptos adicionales, clarificando dudas, usando la terminología correcta, sin modificar sustancialmente lo expresado por los estudiantes.

El docente puede estimular la reflexión con preguntas que guíen el aprendizaje:

- ✓ Explica las razones sobre por qué no todos los grupos obtuvieron el mismo resultado.
- ✓ ¿Qué argumentos tienes para explicar tus resultados?
- ✓ ¿Tus resultados confirman tus hipótesis?
- ✓ Argumenta tu respuesta.

El docente y los estudiantes deben comprobar si las respuestas dadas a las preguntas en la fase de focalización contaban con suficientes argumentos y en los casos que así lo requieran hacer las correcciones pertinentes.

**2.4. Aplicación.** Finalmente, después de realizar todas las etapas anteriores, se pretende que los estudiantes sepan utilizar los aprendizajes logrados o los reconozcan aplicados a su vida cotidiana. Los estudiantes proponen nuevas preguntas o situaciones o formas para resolver las situaciones nuevas. La transferencia de los aprendizajes es un gran desafío del proceso de aprendizaje-enseñanza.

El objetivo de esta etapa es situar al estudiante ante contextos nuevos que ayuden a afirmar el aprendizaje y asociarlo al acontecer cotidiano. Esta fase permite al docente comprobar si los estudiantes se han apropiado de manera significativa del aprendizaje (Arenas y Verdugo, 2006).

**2.5. Evaluación.** La evaluación debe estar presente durante todo el proceso; no puede ser realizada al final y se debe centrar tanto en los logros del “saber”, como del “saber hacer”. Es recomendable utilizar matrices de evaluación, pues permiten evaluar tanto el proceso como el producto final.

Utilizar la metodología de Indagación, exige que el docente tenga buen conocimiento del tema, para elaborar preguntas y experiencias efectivas. De esta manera los estudiantes **“aprenderán ciencia haciendo ciencia”**.

Si se quiere tener éxito en el proceso de indagación guiada es necesario partir de un tema y pregunta guía que cumpla entre otras con las siguientes características:

**a) Factibilidad:** Los estudiantes deben tener la posibilidad de diseñar y realizar una investigación para desarrollar el tema y la pregunta.

- ✓ La pregunta debe ser contestada dentro de un tiempo apropiado
- ✓ Los materiales para la investigación deben estar disponibles
- ✓ La pregunta o tema debe ser apropiada al nivel cognitivo de los estudiantes

**b) Relevancia:** La pregunta ayuda al estudiante a conectar los conceptos científicos, evitando el uso excesivo de terminología y de tecnología sofisticadas.

**a) Contextualización:**

- ✓ La pregunta o tema está relacionada con el mundo real.
- ✓ La pregunta o tema debe ser motivante e importante para los estudiantes porque tiene que ver con su realidad, interés y su cultura (tener sentido).
- ✓ La pregunta o tema debe permitir construir más conocimiento porque no sólo se está aprendiendo sobre la pregunta misma sino también sobre aspectos más generales relacionados con ella.

Sobre la base de participación del docente o adulto, se han definido tres tipos diferentes de indagaciones: *guiada*, *semi-guiada* y *abierta* (Arango et al, 2002).

❖ **Indagación guiada:** El docente ayuda a los estudiantes con:

- La pregunta ya construida (cumpliendo con sus características de las preguntas de indagación)
- El contexto y fondo de la pregunta (marco teórico, etc.)
- El diseño y metodología de la acción
- Los puntos de partida para la reflexión.

❖ **Indagación semi-guiada:** El maestro proporciona sólo a los estudiantes:

- El tema de indagación y/o la herramientas que deben usar
- El docente vela para que:
  - La pregunta que se construya cumpla con las características dadas

❖ **Indagación abierta:** El tema es abierto y el docente vela para que:

- La pregunta que formulen los estudiantes cumpla con las características dadas.

**Conclusiones**



Vivimos una época en la que el conocimiento se construye, destruye y reconstruye muy rápidamente y en donde resulta imposible e inútil manejar toda la información que existe, pues la información disponible se expande a un ritmo vertiginoso. Si los estudiantes no aprenden cómo acceder a la información, a analizarla y procesarla, se encontrarán en una increíble desventaja. Aprender “*solo hechos y datos*” ya no es suficiente porque los “hechos y datos” están cambiando de forma continua. Si los estudiantes solo aprenden a memorizar, entonces, cuando dejen la escuela, tendrán un conocimiento base que es semejante a una pequeña enciclopedia obsoleta (National Research Council, 2002). Un buen profesor debe conocer, además de su disciplina, los paradigmas vigentes sobre el aprendizaje-enseñanza, para así, tras un análisis crítico, podrá adaptar aquello que encuentre valioso, corregir lo que sea deficitario y aportar, en un proceso de experimentación continuo, nuevas ideas y puntos de vista (Campanario y Moya, 1999).

## REFERENCIAS

- Arango, N., Elfi, M. y Feisinger, P. (2002). *Guía metodológica para la enseñanza de ecología en el patio de la escuela*. Nueva York, USA: National Audubon Society.  
Recuperado de:  
<http://www.senacyt.gob.pa/media/documentosHagamosCiencia/ecologiaPatioEscuela.pdf>
- Arenas E. (2005). *Metodología Indagatoria*. Recuperado de:  
<http://www.medellin.edu.co/sites/Educativo/repositorio%20de%20recursos/Metodologia%20indagatoria.pdf>
- Arenas, L., E. Verdugo, F. y H. Taller: “Metodología Indagatoria, enseñar ciencias haciendo ciencias”. Recuperado de:  
<http://www.utu.edu.uy/Novedades/CETP%20UTU/Ano%202006/Agosto/Encuentro%20de%20Fisica%20Salto/Taller14.pdf>
- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Barcelona, España: Paidós.
- Camacho, H., Casilla, D. y Finol de Franco, M. (2008). La indagación: Una estrategia innovadora para el aprendizaje de procesos de investigación. *Laurus: Revista de Educación* (26), pp. 284-306.
- Campanario, J.M., Moya, A. (1999). *¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas*. Enseñanza de las Ciencias. 17 (2). Pp.179-192.
- Dewey, J. (1929). *The quest for certainty*. New York, USA: Putna.
- Gil, D. (1993). *Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación*. Enseñanza de las Ciencias, 11, pp. 197-212.
- Gil, D., (1994). *Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico*. Investigación en la escuela, 23. pp. 17-32.

Moya, A. (1999). *¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas*. Enseñanza de las Ciencias. 17 (2), pp. 179-192.

Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C. y Martínez-Torregrosa (1991). La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. Barcelona: ICE. Universitat Autònoma de Barcelona  
 En Campanario, J., Moya, A. (1999) *¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas*. Enseñanza de las Ciencias. 17 (2), pp. 179-192.

Harlen, W., (2005). *Helping teachers to use assesment for learning in inquiry-based science*. Presentación realizada en México durante el congreso 3<sup>a</sup>. Conferencia Internacional: “La Ciencia en la Educación Básica”. Monterrey, Nuevo León. México. En Carrulla Cristina. Sin indagación no hay evaluación. Panamá 2008. Recuperado de: <http://www.senacyt.gob.pa/media/documentosHagamosCiencia/carulla2008PanamaForo.pdf>

Kuhlthau, C. y Todd, R. (2009). *Indagación Guiada: Un sistema para el aprendizaje en las Instituciones Educativas del Siglo XXI, mediante el uso de las bibliotecas escolares*. Recuperado de: <http://www.eduteka.org/modulos/1/263>

Lipman, M. (1.990). *Investigación social: manual del profesor para acompañar a Mark*. Madrid, España: Ediciones de la Torre.

López, P. (2007). Cuarta Conferencia Internacional “*Ciencia y Bienestar: del Asombro a la Ciudadanía*”. Recuperado de: <http://www.cienciaybienestar.org.mx/ponencias%20WEB/martes%206/Metodologia%20ECBI.pdf>

National Research Council (2000). “Inquiry and the National Science Education Standars: A guide for Teaching and Learning”. National Academy Press. Washington, D.C. Traducido por Eduteka: “La Indagación y los Estándares Nacionales de Educación en Ciencias: Una guía para la Enseñanza y el Aprendizaje”. Publicado por la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos. Recuperado de: <http://www.eduteka.org/Inquiry1.php>

National Research Council (2002). *Inquiry and the National Science Education Standars: A guide for Teaching and Learning*. Washington. D.C. National Academy Press. En Cortés, G. Ángel, L., De la Gándara M. (2006). La construcción de problemas en el laboratorio durante la formación del profesorado: Una experiencia didáctica. Enseñanza de las Ciencias 25 (3), pp. 435-450.

Santos, Y. y Hernández, P. (2005). La formación en Ciencias como herramienta de competitividad en el desarrollo tecnológico. *Revista de la Universidad de La Salle*, (39), 15-21.

Verdugo, F.H. (2008). *Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación (ECBI)*. Recuperado de: <http://www.uanto.cl/LEM/pagina/pagina/que%20es%20ecbi.pdf>  
<http://galileo.org/teachers/designing-learning/articles/what-is-inquiry/que-es-la-indagacion/>  
<https://willyfigueroa.wordpress.com/tag/indagacion/>

### 3. ¿Cuáles pueden ser las preguntas clave en un proceso de indagación?

Aunque el aprendizaje por indagación procede de la propuesta de un tema de indagación de interés para los estudiantes y se expresa a través de una frase declarativa, la respuesta a la indagación suscita interrogantes en los estudiantes, mediante las cuales les es posible llegar a comprender y aprender el contenido del tema propuesto.

El aprendizaje es, sobre todo, un camino para fomentar la curiosidad y la indagación. Es un proceso en el que los estudiantes exploran lo desconocido a través de sus sentidos tanto con las habilidades sensoriales como con las motoras.

El aprendizaje basado en la indagación es esencial para el desarrollo de las habilidades más solicitadas del siglo XXI: la resolución de problemas y el empleo del pensamiento creativo. Esto implica saber formular preguntas. Veamos qué tipo de preguntas pueden formularse los estudiantes para favorecer el proceso de indagación.

### Ejemplos de Indagación

#### **Ejemplo 1: La indagación en la clase de Ciencias**

Capítulo 2º del libro "Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning (2000)"  
<http://www.eduteka.org/Inquiry2.php>

Un día de otoño, varios estudiantes del sexto grado, de la profesora Nancy, regresaron muy agitados a su salón después del recreo. Llevaron a la profesora hasta la ventana, señalaron hacia afuera y dijeron: *"Notamos algo en los árboles del patio de juegos. ¿Qué les pasa?"* La profesora Nancy no sabía qué preocupaba a sus estudiantes, así que les dijo: *"Muéstrenme qué quieren decir"*.

Los estudiantes señalaron tres árboles que crecían uno al lado del otro. Uno había perdido todas sus hojas, el de la mitad tenía hojas multicolores, en su mayoría amarillas, y el tercero tenía hojas verdes y exuberantes. Los estudiantes preguntaron:

"¿Por qué son diferentes las hojas de esos tres árboles? Son árboles de la misma clase. Solían verse igual, ¿no es cierto?"

La profesora Nancy no conocía la respuesta.

La profesora Nancy sabía que su materia contemplaba, más adelante durante ese año, estudiar las plantas y esta era una oportunidad para que los estudiantes investigaran sobre el crecimiento de estas partiendo de preguntas que ellos mismo habían formulado y, por consiguiente, tenían una motivación especial para responderlas. Aunque no estaba segura adonde

*Manifestar curiosidad,  
definir preguntas, a  
partir de  
conocimientos previos*

los llevarían las preguntas de sus estudiantes, la profesora Nancy escogió asumir el riesgo de dejar que sus estudiantes bajo su orientación se dedicaran a investigar. Se colocó en la pizarra y dijo a los estudiantes:

"Hagamos una **lista de las ideas** que puedan explicar lo que les está sucediendo a esos tres árboles de afuera..."

Inmediatamente se elevaron las manos de los estudiantes:

- Tiene algo que ver con la luz solar.
- Debe ser demasiada agua.
- No, debe ser poca agua.
- Los árboles se ven diferentes y antes se veían iguales.
- Es la estación, algunos árboles pierden sus hojas antes que otros.
- Hay veneno en la tierra.
- Los árboles tienen edades diferentes.
- Los insectos se están comiendo los árboles.
- Un árbol es más viejo que los otros.

*Propone explicaciones  
o hipótesis  
preliminares*

*Planificar y llevar a  
cabo investigaciones  
sencillas*

Cuando los estudiantes consideraron que tenían suficientes ideas, la profesora Nancy los animó a pensar cuáles de ellas servirían como posibles explicaciones que se pudieran investigar y que a la vez fueran descriptivas.

Luego, pidió a cada estudiante que escogiera una explicación que a su juicio pudiera ser una respuesta, y luego los agrupó según las respuestas: había un grupo denominado "grupo del agua", uno "de las estaciones", otro "de los insectos" y así sucesivamente. Además, pidió a cada grupo que planificara y ejecutara una investigación sencilla para ver si podía hallar evidencia para responder a su pregunta.

Mientras planeaban sus investigaciones, la profesora Nancy visitaba cada grupo de estudiantes y escuchaba atentamente la formulación de sus planes. Luego solicitó que cada grupo explicara sus ideas al resto de la clase, lo que dio como resultado un refinamiento mayor.

Mediante esta evaluación rápida y abierta del punto dónde se encontraban, logró ayudarlos a pensar en los procesos que estaban utilizando para enfrentar su pregunta y considerar si otras aproximaciones funcionarían mejor.

Durante las tres semanas siguientes, se reservaban períodos de la clase de Ciencias para que cada grupo llevara a cabo su investigación. Los grupos recopilaban información de múltiples fuentes sobre las características de los árboles, sus ciclos vitales y sus entornos.

*Recopilar evidencia a  
partir de la  
observación*

Por ejemplo, el grupo de "edades diferentes" respondió su pregunta con rapidez. Se pusieron en contacto con los miembros de la Asociación de Padres encargados de plantar esa parte del patio de juegos y con su ayuda hallaron los recibos originales por la compra de los árboles. Una verificación con el vivero que los vendió señaló que los tres árboles eran idénticos y de aproximadamente la misma edad en el momento de la compra. Como

algunos grupos completaron antes su investigación, la profesora Nancy invitó a sus miembros a vincularse a otros grupos que todavía estaban trabajando.

El grupo del agua decidió examinar la tierra alrededor de los árboles tres veces al día – mañana, mediodía y tarde-noche --. Hicieron turnos y llevaron un diario conjunto de sus observaciones individuales. Como algunos estudiantes vivían cerca de la escuela, sus observaciones continuaban en fines de semana. Aunque no lograron hacer algunas de las observaciones programadas, consiguieron suficientes datos para informar a la clase. *"El árbol sin hojas casi siempre está rodeado de agua, el árbol de la mitad a veces está rodeado de agua y el árbol verde tiene tierra húmeda pero nunca está rodeado de agua"*.

*Explicar fundándose en evidencia*

Uno de los estudiantes recordó que hacía varios meses las hojas en uno de los geranios de su mamá habían empezado a amarillearse y ella le dijo que el geranio estaba recibiendo demasiada agua. La profesora Nancy le entregó al grupo un folleto de un vivero local cuyo título era "Cómo cultivar plantas sanas". El grupo leyó el folleto y descubrió que cuando las raíces de las plantas están rodeadas de agua no pueden recibir aire del medio alrededor de las raíces y, en esencia, *"se ahogan"*. Con base en sus observaciones y en la información obtenida del folleto, los estudiantes concluyeron que el árbol sin hojas se estaba ahogando, el árbol de la mitad estaba *"más o menos"* ahogándose y el tercero *"tenía la cantidad de agua adecuada"*.

*Considerar otras explicaciones*

El grupo del agua continuó su trabajo mediante la investigación del origen del agua. Encontraron que el vigilante de la escuela activaba un sistema de riego para césped tres veces por semana. Como lo dejaba funcionando más tiempo del necesario, el exceso de agua corría fuera del césped y se recogía en la base de los árboles. Como el suelo tenía pendiente, la mayor parte del agua se acumulaba en un extremo, en el área en la que crecían los árboles. Informaron de este dato al resto de la clase. A medida que los distintos grupos presentaban sus informes, la clase aprendió que algunas observaciones e información, -- como las del grupo que investigaba si los árboles eran diferentes --, no era una explicación adecuada para las observaciones realizadas.

*Comunicar las explicaciones*

Los resultados de otras investigaciones, tales como la idea de que los árboles pudieran tener una enfermedad, respaldaban en parte las observaciones. Pero la explicación que parecía más razonable a los estudiantes, que se ajustaba a todas las observaciones y se ceñía a lo aprendido de otras fuentes, era la de *exceso de agua*.

Luego de tres semanas de trabajo, la clase se sintió satisfecha de haber encontrado juntos una respuesta razonable a su pregunta. Por sugerencia de la profesora Nancy, escribieron una carta al vigilante contándole lo que habían descubierto.

Estimado Señor Thompson,

*Nuestra clase ha notado que los tres árboles situados al lado de afuera de nuestra ventana se ven distintos uno de otro. Uno está totalmente sin hojas; en el segundo, las hojas son de colores distintos y el último tiene hojas verdes.*

*Hemos contactado el vivero en el que la Asociación de Padres compró esos árboles y nos dijeron que todos los árboles eran de la misma clase y de la misma edad, así que esa no es la razón para que se vean tan diferentes.*

*Descubrimos que el árbol sin hojas siempre está rodeado de agua. El árbol con hojas de distintos colores a veces está rodeado de agua y el árbol de hojas verdes en realidad nunca está rodeado de agua.*

*Nuestra clase ha leído que en las plantas pueden ahogarse debido al exceso de agua y pensamos que esto podría ser la razón para que los árboles se vean diferentes. Hemos notado que usted pone a funcionar el sistema de riego muy a menudo y el agua se empoza en el lugar donde están el árbol sin hojas y el árbol con hojas de varios colores. Nos preguntamos si usted podría evitar regar las plantas tan a menudo.*

Atentamente, El 6º grado de la Profesora Nancy

El vigilante vino a la clase, les agradeció, les dijo que cambiaría el procedimiento de riego y así lo hizo. La profesora les preguntó a los estudiantes cómo podrían verificar que su explicación fuera correcta. Después de alguna discusión decidieron que tendrían que esperar hasta el año siguiente para ver si todos los árboles recuperaban su salud.

Al año siguiente, durante el mismo mes en que habían observado la discrepancia, los tres árboles estaban totalmente cubiertos de hojas verdes. Los antiguos estudiantes de la profesora Nancy quedaron aún más convencidos de que su conclusión era una explicación válida para sus observaciones.

Comprobar explicación

### **Comentario:**

Sorprende la similitud de la forma de trabajar de estos estudiantes y su profesora con la de un investigador.

- ✓ Se parte de una observación de un fenómeno de la naturaleza que llama la atención.
- ✓ Se observa con detenimiento y repetidas veces el fenómeno y el entorno en el que se produce.
- ✓ Se formulan preguntas sobre el fenómeno observado.
- ✓ Se dan explicaciones provisionales aplicando los conocimientos previos que poseían (hipótesis que habrá que comprobar)
- ✓ Se lleva a cabo la investigación para comprobar las hipótesis.
- ✓ Una vez confirmada o desechadas las hipótesis, se justifican y publican en un informe.
- ✓ Se aplican políticas de mejora (cambiar la manera de regar el césped)

### **Conclusión:**

La indagación en el aula puede tomar muchas formas.

✓ El profesor puede organizar detalladamente las investigaciones de manera que los estudiantes se dirijan hacia resultados conocidos, como el descubrimiento de regularidades en el movimiento de péndulos.

✓ Las investigaciones pueden ser exploraciones abiertas --sin límite-- de fenómenos no explicados, como el de las discrepancias entre las hojas de los árboles en el patio de la escuela de la profesora Nancy.

✓ La forma de la indagación depende en buena parte de los objetivos educativos que se quieran alcanzar con los estudiantes; indagaciones diversas, tanto muy ordenadas como más abiertas, todas tienen su espacio en las aulas de Ciencia.

La intención es mejorar la calidad del aprendizaje estudiantil permitiéndoles adquirir las destrezas de la indagación, desarrollar conocimiento de ideas científicas y entender el trabajo que llevan a cabo los científicos.

### **Ejemplo 2. La indagación sobre Ciencias (6º de Primaria)**

<http://casoscch.blogspot.com/2010/03/preguntas-de-indagacion.html>

## **UNIDAD de CTA: Transmisión del calor**

***Tema de indagación:*** Usar o no usar chalina en invierno. He ahí el dilema.

### 1. Focalización

En invierno la gente usa chalinas. ¿Qué es una chalina? ¿De qué está formada, habitualmente? ¿Cuál es la función que cumple la chalina? ¿Se podría utilizar una chalina en verano?

### 2. Exploración

Para ayudar a responder las preguntas anteriores proponemos las siguientes actividades (Actividad guiada)

#### Actividad 1:

- Si tienes dos cubos de hielo, uno en un vaso y uno envuelto en una chalina, ambos sobre la mesa ¿cuál de los dos se derretirá primero? Explica tu respuesta.

- Para comprobar lo anterior, envuelve en una chalina un cubo de hielo y pon un cubo de hielo del mismo tamaño en un vaso plástico. Déjalos durante 30 minutos.

- Desenvuelve el cubo y compara ambos cubos de hielo ¿cuál se derritió primero?

- En este caso, ¿qué función cumple la chalina?

#### Actividad 2:

- Echa en dos vasos la misma cantidad de agua caliente, pero enrolla alrededor de uno de ellos la chalina (cuidado con derramar el agua). Luego de 5 minutos, y con cuidado, toca el agua de cada vaso ¿Cuál se enfrió primero?

- En este caso, ¿qué función cumple la chalina?

### 1. *Etapa de comparación o contraste - reflexión*

En esta etapa, y luego de realizada la experiencia, se confrontan las predicciones realizadas con los resultados obtenidos. Es la etapa en que los estudiantes elaboran sus propias conclusiones respecto del problema analizado. Es aquí donde el docente puede introducir algunos conceptos adicionales, terminología asociada, etc. Es importante que los estudiantes registren con sus propias palabras los aprendizajes que ellos han obtenido de la experiencia, y luego compartan esos aprendizajes para establecer ciertos “acuerdos de clase” respecto del tema tratado. Así, los conceptos se construyen entre todos, partiendo desde los estudiantes, sin necesidad de ser impuestos por el docente previamente. En el caso anterior y en base a las experiencias realizadas, ¿Cuál es la función de la chalina? ¿Por qué la gente la usa en invierno?

### 2. *Etapa de aplicación*

El objetivo de este punto es poner al estudiante ante nuevas situaciones que ayuden a afirmar el aprendizaje y asociarlo al acontecer cotidiano. Esta etapa permite al docente a comprobar si los estudiantes han internalizado de manera efectiva ese aprendizaje. En esta etapa se pueden generar nuevas investigaciones, extensiones de la experiencia realizada, las que se pueden convertir en pequeños trabajos de investigación a los estudiantes, en los que ellos apliquen y transfieran lo aprendido a situaciones nuevas.

La experiencia anterior permite explicar por qué:

- La gente no usa chalina en verano
- Si quisiéramos derretir un cubo de hielo, ¿qué sería preferible, envolverlo en un paño y frotarlo con las manos o frotarlo directamente con las manos? Justifica tu respuesta.
- Los que transitan por desiertos ardientes (Sáhara) van muy bien abrigados y solo se les ve un poco de su rostro. ¿Por qué van tan abrigados si hace tanto calor?

### **Desarrollo de aprendizajes**

Un pequeño análisis de la actividad planteada y de las etapas de la metodología indagatoria nos permite ver que el estudiante realiza un proceso similar al que realizan los científicos en su trabajo cotidiano, y que ha sido la forma en que la ciencia se ha desarrollado a través de la historia. El estudiante aborda un problema, plantea una hipótesis, desarrolla procedimientos para probar esa hipótesis, corrige, desecha o afirma su hipótesis y elabora conclusiones en base a ella. De este modo el estudiante aprende ciencias haciendo ciencias.

## **Actividades de la Pedagogía de la Indagación guiada**

### **Ejemplos de temas de indagación**

#### **La indagación en Historia:**

**Tema de indagación:** Colón tomó el camino hacia occidente en su descubrimiento de América, aunque todos se oponían a su proyecto.



Preguntas relacionadas con el tema que ***pueden surgir en la lluvia de ideas:***

1. ¿Qué diferencia hay entre un mar y un océano o de un océano a otro océano?
2. ¿Cómo han ido evolucionando los barcos y los instrumentos de medida y orientación?
3. ¿Cuáles eran las ambiciones y los logros de Cristóbal Colón al descubrir las Indias?
4. ¿Qué enfermedades existían a bordo de los barcos y cómo le hacían para no contagiarse?
5. Se sabe que el descubrimiento de América por nómadas de Asia tuvo lugar antes como mínimo 15.000 años antes y posiblemente 70.000 años atrás, entonces: ¿El descubrimiento de América es una invención occidental?
6. ¿Cómo eran capaces de hacer mapamundis?
7. ¿Qué clases de barcos eran utilizados por diferentes misiones en el mar?
8. ¿Cómo sabían qué clase de instrumentos llevar a bordo?
9. ¿Qué papel jugaban los intérpretes y los traductores? ¿Cómo entendían los conceptos del "otro"?
10. ¿Cuáles fueron los principales problemas que tuvo Colón para financiar su viaje?
11. ¿Cuáles fueron los productos comerciales entre Europa y América?
12. ¿Tuvo Colón problemas con la gente que viajaba con él en las carabelas?

### **Indagación sobre Biología**

**Tema de indagación:** El lenguaje humano

Preguntas generadoras que pueden aparecer en la lluvia de ideas:

- ¿Por qué el lenguaje fue indispensable para el proceso de hominización?
- ¿Cómo es que se fue adquiriendo el lenguaje articulado en la hominización?
- ¿Hace cuánto tiempo que apareció el lenguaje?
- ¿Qué relación hay entre naturaleza-cultura y el lenguaje?
- ¿Qué es antes el pensamiento o el lenguaje?

Otros **temas** de indagación:

### **Indagación: Ciencias Sociales**

1. La comunicación entre humanos
2. El dinero y formas de pago entre los humanos a través de la Historia
3. Los números y el sistema de numeración
4. Los transportes a través de la Historia
5. En el Renacimiento el hombre descubrió el mundo, el universo y a Dios.
6. Sistemas de organización social y política a través de la Historia
7. Un invento decisivo: la rueda
8. Internet, una red para comunicarse
9. El calendario
10. Las armas de fuego
11. La imprenta
12. La DIN A 4
13. Antecedentes del descubrimiento de América (Expediciones Chinas)
14. Preparativos del viaje de Colón (financiamiento, proyecto y oposiciones al mismo)

15. Condiciones de vida de los primeros colonizadores y formas de comunicación entre los españoles e indígenas.
16. Comunicaciones electrónicas del siglo XXI.

**Temas de Indagación de Ciencias biológicas:**

1. La penicilina: un remedio milagroso (antibióticos)
2. Indagación sobre el sistema Inmune
3. Las estaciones del año. Luz y oscuridad en el planeta Tierra en el ciclo anual.
4. El hombre es un ser viajero
5. El hombre quiso ser un pájaro volador (viajar por el aire)

**Temas de Indagación de Ciencias físicas:**

1. La energía y las máquinas
2. El sonido y sus formas de transmitirse
3. La luz y el color
4. Instrumentos de medida y Sistemas de Unidades
5. Inventos para orientarse en el espacio
6. Barcos, instrumentos de orientación, mapas y los cartularios (evolución, conocimientos y vida dentro del barco)
7. Las bombilla incandescente
8. Exploración del espacio

**Temas de Indagación: Hombres que cambiaron el mundo**

1. Juan Gutenberg
2. Shakespeare y Cervantes
3. Newton y Galileo
4. Sócrates, Platón y Aristóteles
5. Ghandi y la independencia de la India
6. El Libertador San Martín
7. Pasteur, Jenner y la vacuna
8. El Inca Pachacútec – Hijo del Sol
9. Martin Luther King
10. Nelson Mandela

**Temas de Indagación: Epistemología - Filosofía:**

3. Los tres referentes de la filosofía clásica: el bien, la verdad y la belleza
4. La otra vida.