

**ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y
NATURALES - ACCEFYN.**

Taller “Apropiación de la ciencia desde el aula”

I – MÓDULO INTRODUCTORIO:

- Qué es la apropiación de la ciencia.
- Qué es ECBI.

Objetivos:

- a) Realizar una reflexión rápida sobre qué se entiende por “*ciencia*” y por “*apropiarse de la ciencia*”. Hacer un examen rápido sobre la importancia de la Ciencia y la Tecnología en la civilización actual, en su cultura, en su economía y en la búsqueda de bienestar integral.
- b) Presentar a los participantes la metodología de la “*Enseñanza de las ciencias basada en la indagación*” ECBI. Como un camino para apropiarse de la ciencia y visionar el universo y la vida con mayor conocimiento y conciencia. Comentar y discutir con los participantes las principales características, bondades y la aplicación esta metodología en el aula y la vida diaria.

**LECCIÓN 1ª: ¿Qué es “La apropiación de la
Ciencia”?**

Fase 1ª: (Motivación): Explorar preconceptos - Intercambiar ideas y experiencias.

El siguiente conjunto de preguntas tiene por finalidad explorar conocimientos y experiencias previas de los alumnos respecto a los temas del módulo. Es un sondeo y no un examen de conocimientos. Son averiguaciones para inducir la reflexión, el análisis, el intercambio de conocimientos y experiencias previas y la formulación de preguntas y de respuestas. Es un diálogo interactivo y participativo entre todos.

Una actitud del filósofo, del científico y del matemáticos es la de “*formularse y formular preguntas*”, *plantearse problemas* teóricos y prácticos y tratar luego de catalogarlos y hallarles explicaciones y respuestas! Es la curiosidad innata de la inteligencia que caracteriza al ser humano. El ser humano va más lejos que los seres irracionales: se formula problemas!

Procedimiento general:

- 1- Los participantes se subdividen en grupos (3 a 4 personas); designan un coordinador del grupo.
 - 2- El coordinador u otro integrante lee esta guía. Comentan y responden toda pregunta que encuentren.
 - 3- Las respuestas, los resultados de las observaciones y los comentarios se escribe en “La hoja de respuestas, resultados y comentarios” que llamamos HRRC.
- Cualquier aclaración comentarla con el facilitador o guía.

Manos a la obra: → ***¿Cómo percibimos la ciencia desde nuestros conocimientos y experiencias?***

Preguntas 1: Se dice que la biología, la química y la física son “ciencias”. Se habla de ciencias naturales, de ciencias sociales; existen Academias de Ciencias.

¿Qué entienden ustedes por “*ciencia*”?

¿Habría varias clases de ciencia?

¿Las matemáticas son una ciencia? Es una pregunta controvertida...

Pregunta 2: Mencione algunas características que le parezca son propias de las ciencias.

Preguntas 3: ¿Le parece importante la ciencia para la sociedad? ¿Cuál es su incidencia en la vida diaria?

Anote algunos hechos históricos que apoyen sus respuestas.

Algunas personas hablan que “*la ciencia es parte de la cultura actual*”.

¿Cómo es eso?

→ Escriba as respuestas a esas preguntas en la HRRC.

Fase 2ª: Una reflexión: Ciencia y curiosidad (lean bien el siguiente texto).

Podría decirse con Isaac Asimov, que el primer paso hacia la ciencia es la curiosidad, innata en todo ser provisto aunque sea de una chispa de inteligencia. Seguramente usted ha observado que los animales más evolucionados son curiosos: el perro y el gato husmean y paran las orejas ante algo que les atrae la atención, ¿Podría recordar algunos ejemplos más?

En los seres humanos esa curiosidad se ha ido transformando en deseo de conocer al que acompaña a veces una cierta creatividad que lo lleva a buscar alguna aplicación de ese conocimiento para su propio beneficio o el bien común: el ser humano descubrió que ciertas cortezas de los árboles podían suministrar fibras con las cuales tejieron vestidos; descubrió la dureza de la sílice y con ella fabricó instrumentos cortantes. Hoy descubre que con la sílice puede fabricar elementos semiconductores y utilizarlos en la fabricación de los chips y con estos armar computadoras, celulares, robots, etc. Pero ha ido aun más lejos: ha desarrollado métodos sistemáticos para llegar más rápido y seguro al conocimiento de los fenómenos naturales del universo: Inventó el método científico de indagación.

Breves comentarios:

1- ¿De donde viene la “curiosidad”? – ¿Los animales tienen también curiosidad?

Ilustren sus respuestas con ejemplos.

2- ¿A qué ha llevado y a qué lleva la curiosidad en el ser humano?

3- Se habla de “método científico”. ¿Saben ustedes en qué consiste? Díganlo.

4- ¿Cómo contribuye el método científico en el proceso de construcción de la ciencia?

Fase 3ª: Proyección:

Mire a su alrededor de usted, de su residencia, de su entorno y descubra en dónde se aplican las ciencias (la química, la física, la biología, las matemáticas). Llene el cuadro de la HRRC:



Figura-1:
¿Dónde estás las ciencias:
La química, la física, la
biología?

Traten de describir cómo intervienen las ciencias en esos objetos...

Nota:

Han presentado el concepto de ciencia como:

- Un conjunto estructurado de conocimientos de la naturaleza, con garantía de validez, (el conocimiento científico logrado).
- Un conjunto de procedimientos metodológicos de investigación que llevan al conocimiento científico de manera objetiva. (Construyendo el conocimiento científico).

→ Por qué se hablará de ciencia fáctica y de ciencia formal?

Todas las ciencias naturales se relacionan entre sí: ¿Por qué?

La biología, la física y la química estudian, analizan y recurren a la “estructura de la materia” (partículas elementales, átomos y moléculas); todas manejan las diferentes manifestaciones o formas de energía (mecánica, térmica, electromagnética, nuclear; en todas intervienen interacciones (gravitacional, eléctricas y magnética, nucleares, etc).

Los fenómenos naturales no suceden para ser estudiados por biólogos, físicos, químicos o matemáticos! Es la mente humana la que ha parcelado el conocimiento, por ser complejos los fenómenos naturales tanto en su estructura como en sus propiedades.

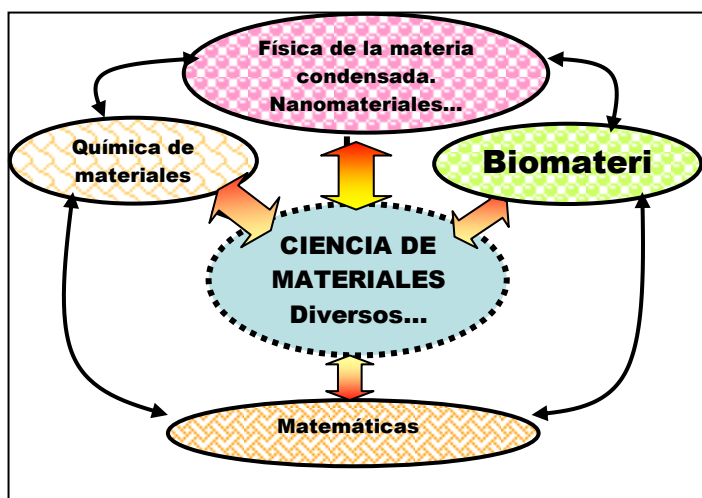


Figura-2:

Relaciones entre diferentes áreas de las ciencias naturales, las matemáticas y la ciencia de materiales.

Preguntas:

- ¿Qué conclusiones pueden ustedes deducir de estas consideraciones?
- Observen la figura-2 y deduzcan las relaciones entre las diversas ciencias que allí aparecen...

→“Apropiarse de la ciencia”

{ Ahora que entendemos “Qué es la ciencia, su importancia en la vida, en la cultura de la actual humanidad, la pregunta es: ¿Qué hacer con ella?”

Pregunta 1: ¿Qué es apropiarse de “algo”? Señale ejemplos.

Pregunta 2: ¿Qué se entiende entonces por “apropiarse de la ciencia”?

Pregunta 3: ¿Quiénes deben apropiarse de la Ciencia, por qué y cómo hacerlo?

Pregunta 4: Examinar mediante qué estrategias los docentes y sus alumnos pueden apropiarse de la ciencia desde el aula, el colegio, la familia, la sociedad en general.

Fase 4ª Socialización y Conclusiones finales:

- 1- Los grupos se reúnen: El facilitador o guía planteará algunas preguntas sobre el trabajo en grupo. Los otros grupos podrán hacer comentarios.
- 2- El Facilitador hará una presentación breve y sintética de la temática de esta lección (ver presentación en power-point).

Trabajo: Proponer algunas estrategias para lograr la apropiación de la ciencia desde el aula, desde el colegio.

LECCIÓN 2ª: “La metodología ECBI”.
I- Motivación:

Esta es una metodología impulsada en el mundo por las Academias de Ciencias y por redes internacionales de éstas como IAP y IANAS (Inter-academic Panel y Red Inter-Americana de Academias de Ciencias): los científicos se preocuparon por la deficiente enseñanza de las matemáticas y las ciencias entre los escolares y como consecuencia su poco interés por las carreras de ciencias. Han tratado de motivar a los Gobernantes sobre estas falencias y las acciones para remediarlas. Uno de los programas claves de IANAS es la “ecuación en ciencias” y en diversos países los gobiernos han apoyado esta iniciativa de las academias, en particular en Chile y México.

Una citación (de tantas):

“La educación es un factor clave en el desarrollo social de los pueblos y juega también un papel relevante en el desarrollo económico de las naciones. En la era del conocimiento que caracteriza al siglo XXI, la educación en ciencias ha ganado una enorme importancia en definir la capacidad de una

sociedad en abordar muchos de sus más serios problemas de pobreza, desempleo y salud deficitaria".
(Comisión interamericana de educación – VI reunión 2006, Washington USA- CIDI/ CECIE/ doc 15).
→ *Comentar esta citación.*

II- Exploración previa:

Pregunta 1: - En su primera clase de biología, física o química ¿Qué es lo primero que ustedes hacen?

Pregunta 2: - Describan brevemente el desarrollo de una de sus clases de ciencias.

Pregunta 3: -¿Cómo tratan de crear motivación, de focalizar la atención y el interés de los estudiantes (y personas de su entorno) por los temas de las ciencias naturales que ustedes enseñan?

Pregunta 4: - ¿Tratan ustedes de adaptar y de utilizar, con sus estudiantes, el método científico en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales?

Pregunta 5: - ¿Ayudan a sus alumnos a apropiarse de la ciencia y a proyectar sus conocimientos de las ciencias a la vida diaria, al entorno familiar, del barrio, ¿Cómo?

Intercambian ideas y experiencias con los compañeros de grupo.

→ *Respuesta en la hoja HRRC.*

III- Síntesis sobre la metodología ECBI y su aplicación en el aula.

El Facilitador hace una breve presentación comentada de ECBI en Power point.

- 1- ¿Origen de ECBI? Papel de las Academias de Ciencias en su concepción y su divulgación - Interés por esta metodología.
- 2- ¿Qué es indagar? - La relación de ECBI con los procesos de la investigación científica.
- 3- Las fases de aplicación de ECBI para cada lección: focalización (motivación) – Explicación – Reflexión – Aplicación y extensión.
- 4- Recursos necesarios para aplicar y desarrollar con éxito la metodología ECBI en el colegio – Estrategias.
- 5- Resultados esperados por parte de los docentes que aprenden y aplican la metodología ECBI- Resultados esperados de sus alumnos.

A trabajar- Manos a la obra:

En cada uno de los grupos en que se distribuyen los participantes, seleccionar un tema sencillo de ciencias, e indican cómo lo preparan siguiendo la metodología ECBI, para desarrollarlo en clase.

Lectura: Para leer atentamente y “aprender a pensar”.

Ernest Rutherford cuenta el siguiente episodio (*barómetro de mercurio*):

Hace algún tiempo, recibí la llamada de un colega. Estaba a punto de ponerle una nota muy baja a un estudiante por la respuesta que había dado en un problema de física, pese a que éste afirmaba completamente convencido de que su respuesta era absolutamente acertada.

Profesores y estudiantes acordaron pedir arbitraje de alguien imparcial y fui elegido yo.

Leí la pregunta del examen y decía: ¿Qué haría usted para determinar la altura de un edificio con la ayuda de un barómetro?

El estudiante había respondido: 'Lleve el barómetro a la azotea del edificio y átale una cuerda muy larga. Descuélguelo hasta la base del edificio, marque y mida. La longitud de la cuerda es igual a la longitud del edificio'.

Realmente, el estudiante había planteado un serio problema con la resolución del ejercicio, porque había respondido a la pregunta, correcta y completamente.

Por otro lado, si se le concedía la máxima puntuación, podría alterar el promedio de su año de estudios, obtener una nota más alta y así certificar su alto nivel en física; pero la respuesta no confirmaba que el estudiante tuviera ese nivel. Sugerí que se le diera al alumno otra oportunidad. Le concedí seis minutos para que me respondiera la misma pregunta, pero esta vez con la advertencia de que en la respuesta debía demostrar sus conocimientos de física. Habían pasado cinco minutos y el estudiante no había escrito nada.

Le pregunté si deseaba marcharse, pero me contestó que tenía muchas respuestas al problema. Su dificultad era elegir la mejor de todas.

Me excusé por interrumpirlo y le rogué que continuara. En el minuto que le quedaba escribió la siguiente respuesta: "Tome el barómetro y tirelo al suelo desde la azotea del edificio. Calcule el tiempo de caída con un cronómetro. Después se aplica la fórmula: $Altura = 0,5 \cdot g \cdot T^2$ (Donde g es la aceleración de la gravedad y T es el tiempo que uno acaba de calcular con el cronómetro. 'Y así obtenemos la altura del edificio'!).

En este punto le pregunté a mi colega si el estudiante se podía retirar. Le dio la nota más alta. "Tras abandonar el despacho, me reencontré con el estudiante y le pedí que me contara sus otras respuestas a la pregunta.

'Bueno', respondió, 'hay muchas maneras. Por ejemplo, tomas el barómetro en un día soleado y medís la altura del barómetro y la longitud de su sombra. Si medimos a continuación la longitud de la sombra del edificio y aplicamos una simple proporción, obtendremos también la altura del edificio.

Perfecto, le dije, ¿y de otra manera? 'Sí, contestó, éste es un procedimiento muy básico para medir un edificio, pero también sirve. En este método, tomas el barómetro y te sitúas en las escaleras del edificio en la planta baja. A medida que vas subiendo las escaleras, vas marcando la altura del barómetro y cuentas el número de marcas hasta la azotea. Multiplicas al final la altura del barómetro por el número de marcas que hiciste y ya tenéis la altura. Este es un método muy directo.

Por supuesto, si lo que uno quiere es un procedimiento más sofisticado, puede atar el barómetro a una cuerda y moverlo como si fuera un péndulo. Si calculamos que cuando el barómetro está a la altura de la azotea la gravedad es cero y si tenemos en cuenta la medida de la aceleración de la gravedad al descender el barómetro en trayectoria circular al pasar por la perpendicular del edificio, de la diferencia de estos valores, y aplicando una sencilla fórmula trigonométrica, podríamos calcular, sin duda, la altura del edificio.

En este mismo estilo de sistema, atáis el barómetro a una cuerda y lo descolgáis desde la azotea a la calle. Usándolo como un péndulo podéis calcular la altura midiendo su período de precesión. En fin, concluyo, existen otras muchas maneras.

Probablemente, la mejor sea tomar el barómetro y golpear con él la puerta de la casa del conserje. Cuando abra, decirle: señor conserje, aquí tengo un bonito barómetro. Si usted me dice la altura de este edificio, se lo regalo.

En este momento de la conversación, le pregunté si no conocía la respuesta convencional al problema (la diferencia de presión marcada por un barómetro en dos lugares diferentes nos proporciona la diferencia de altura entre ambos lugares).

"Me dijo que sí, que evidentemente la conocía, pero que durante sus estudios, **sus profesores habían intentado enseñarle a pensar.**

* El estudiante se llamaba Niels Bohr

➔ Comentarios por grupo:

- 1- Extraer las ideas principales del texto y comentarlas.
- 2- ¿Quiénes fueron Ernest Rutherford y Niels Bohr?
- 3- ¿Cuál es la enseñanza de esta historia? Y ¿Qué conclusiones se desprenden?

► La Ciencia sirve no sólo para producir tecnologías: es una cultura en la que se desarrollan facultades mentales como el raciocinio, la observación, la creatividad. Da una visión del mundo!

Lección 3: Conceptos fundamentales comunes a las ciencias naturales:

→ Una reflexión previa.

Existen conocimientos conceptuales que son comunes a las diversas ramas de las ciencias naturales: la biología, la física, la química, la geociencias, etc. Es comprensible: todas ellas refieren sus observaciones y sus investigaciones a los fenómenos naturales y a los sistemas materiales del mismo universo que percibimos; son su diversidad y su complejidad las que llevaron a diversificar, especializar y a compartimentar los conocimientos que el ser humano ha ido adquiriendo colectivamente a través de su larga historia, dando como resultado distintas ramas del saber científico: la biología, la física, la química, las ciencias de la Tierra. Sin embargo el progresivo desarrollo y la universalidad de la ciencia y la tecnología han desvanecido bastante esas fronteras y han dado lugar a ramas mixtas del saber como la biofísica, la bioquímica, la fisico-química, la geofísica, la física médica, la biotecnología, etc.

Pregunta: ¿Cuáles cree usted que son esos conceptos generales, básicos a todas las ramas de las ciencias naturales? Piensen y discútanlos en grupo. Ilustre con ejemplos.

1- Focalización: Nuestro universo está constituido por objetos materiales infinitamente grandes y objetos infinitamente pequeños!

→ “De lo infinitamente grande a lo infinitamente pequeño”
(Presentación en power point).

Pregunta 1: ¿Qué conclusiones despejan ustedes de esta presentación?

¿Cómo está constituido, entonces el universo que conocemos?

Pregunta 2: ¿Mediante qué variables físicas se pueden caracterizar los objetos que se fueron encontrando a lo largo de ese viaje de lo infinitamente grande a lo infinitamente pequeño?

Pregunta 3: ¿Por qué decimos “universo que conocemos”?

¿Cómo puede el ser humano conocer los objetos infinitamente grandes y los infinitamente pequeños?

Pregunta 4: ¿Podemos denominar “Sistema material”, a cualquier objeto material?

¿De qué están compuestos los sistemas materiales desde los infinitamente grandes hasta los infinitamente pequeños?

Pregunta 5: ¿Qué percepción tienen ustedes del concepto “materia”?

→ Respuestas en la hoja HRRC.

3- Explorando de nuestro universo:

Pensar, discutir y formular las respuestas a las siguientes preguntas:

Todos los sistemas u objetos materiales están constituidos por elementos cada vez más pequeños.

→ *Partiendo del árbol* indaguen y digan que componentes cada vez más pequeñas se van encontrando en el viaje hacia lo infinitamente pequeño.

4- Construyendo un cuadro de las categorías de sistemas materiales u objetos de nuestro universo:

→ Teniendo en cuenta las dimensiones y las masas de cuerpos y objetos mostrados en ese viaje que nos llevó desde lo infinitamente grande hasta lo infinitamente pequeño, completen el cuadro “Objetos y sistemas materiales en nuestro universo” de la hoja HRRC.

Se han agrupado los objetos y cuerpos del universo en 3 grandes categorías: *los sistemas cósmicos*, *los mesosistemas* (a escala terrestre) y *los sistemas microscópicos y nanosistemas*.

Los objetos y sistemas materiales en nuestro universo:

Sistemas materiales:	Ejemplos	Dimensión	Masa
1- Cósmicos			
2- A escala humana (Mesosistemas)			
3- Micro y nano sistemas (Nivel del átomo y las moléculas)			
4- Partículas elementales (Sistemas subatómicos)			

→ **Experimento:** Coloque el cubo de hielo en un vaso de cristal y ponga éste sobre un mechero. ¿Qué pasa con el cubo de hielo? ¿Qué obtuvo ahora? ¿Qué se conservó y qué no? Si sigue calentando, que obtendrá finalmente?

5- Formulando explicaciones:

¿Por qué esos cambios de estado en la muestra de agua?

Cada estado de agua tiene unas propiedades macroscópicas y unas propiedades microscópicas. ¿Cómo cuáles?

- Ahora bien, se dice, de manera esquemática, que las ciencias naturales tienen como objetivo general el conocimiento de la estructura y de las propiedades de los sistemas materiales.

CONCLUSIONES GENERALES:

Reflexionen, discutan y proyecten las conclusiones siguientes:

- 1- **Todos los objetos materiales o sistemas materiales de nuestro universo están constituidos por elementos más pequeños:** Las galaxias se componen de estrellas y sistemas estelares; éstos de pueden compone de planetas como el sistema solar; los planetas están constituidos por rocas, mares, atmósferas, etc.; y los objetos que se encuentran por ejemplo en la Tierra están constituidos en ultimas por “moléculas” y por átomos; éstos a su vez están constituidos por electrones, protones y otras partículas más pequeñas aún!

Galaxias → Estrellas → Planetas → Objetos diversos → Moléculas y átomos →

- 2- **Todas las partículas se caracterizan por una “masa” y cargas eléctricas!**
- 3- **Para formar objetos los elementos deben cohesionarse!** Esta cohesión se realiza mediante “**fuerzas” o interacciones mutuas** entre dichos elementos provenientes de esas propiedades de las partículas que son la masa y la carga eléctrica! El sol y sus planetas forman sistema material gracias a las interacciones gravitacionales mutuas las cuales provienen de sus respectivas masas. La sal de cocina está formada por iones de átomos de sodio y de cloro que se unen mediante fuerzas eléctricas (de Coulomb) llamadas enlace iónicos. Una proteína está formada por decenas de átomos ligados entre sí por enlaces atómicos y moleculares, etc.
- 4- **A esas interacciones o fuerzas se asocian “energías” de enlaces.** A mayor cohesión mayor energía de enlace! Para romper un objeto o un sistema material se requiere energía. Este otro elemento del universo ligado a las interacciones y a la masa del universo.

Nuestro universo está constituido por:



¿Qué es en realidad la materia?

Un examen profundo de un fragmento de materia nos revela que está constituida por unos pocos tipos de partículas elementales, tomados de una "carta" que cuenta con una docena de "sabores". En el modelo estándar, las partículas son puntos geométricos; los "tamaños" presentados aquí aluden a sus masas.

QUARKS

Estas partículas integran los protones, los neutrones y un auténtico zoo de partículas de menor renombre. Nunca han sido observados sueltos.

ARRIBA u	ENCANTO c	CIMA t
FONDO d	EXTRAÑO s	FONDO b

BOSONES

A nivel cuántico, cada fuerza de la naturaleza es transmitida por una partícula o conjunto de partículas especializadas.

FOTON γ	BOSON Z Z	BOSONES W+/W- W
GLUONES g	HIGGS H	

ASI ACTUAN LAS FUERZAS

Una interacción entre varias partículas en colisión puede cambiar su energía, su momento cinético o su tipo. Una interacción puede incluso ser la causa de que una partícula aislada se desintegre espontáneamente.

INTERACCION FUERTE

La fuerza fuerte actúa sobre los quarks y los gluones. Los liga entre sí y forma protones, neutrones y núcleos. Actúa sobre partículas eléctricamente neutras. Actúa a distancias limitadas.

INTERACCION ELECTROMAGNETICA

La interacción electromagnética actúa sobre partículas cargadas, sin atracción de ellas. Es responsable de la repulsión de las cargas del mismo signo.

INTERACCION DEBIL

La interacción débil opera sobre quarks y leptones. Su efecto mejor conocido es la transformación de un quark abajo en un quark arriba. Es que genera, a su vez, que un neutrón se convierta en un protón, más un electrón, más un neutrino.

INTERACCION DE HIGGS

Se cree que el Campo de Higgs (bosón de color gris) llena el espacio, como un fluido, otorgando a los bosones W y Z, y también con ellas el alcance de las interacciones débiles. El bosón de Higgs interactúa también con los quarks y los leptones, otorgándoles masa.

Pregunta: recuerde los enlaces atómicos y moleculares y escriba sus características:

Tipo de enlace	Naturaleza	Intensidad	Propiedades
1-			
2-			
3-			
4-			
5-			

Complemento virtual: ver "video sobre modelos atómicos" (You Tube)

Bogotá – 2011/JRL.