

## **PROPUESTA DE INCORPORACIÓN DE LA NANOTECNOLOGÍA EN LA EDUCACIÓN FORMAL MEDIA EN COSTA RICA**

### **PROPOSED INCORPORATION OF NANOTECHNOLOGY IN FORMAL MIDDLE EDUCATION IN COSTA RICA**

**Andrea Rivera-Álvarez<sup>1</sup>, José R. Vega-Baudrit<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Laboratorio Nacional de Nanotecnología, Centro Nacional de Alta Tecnología, Costa Rica

<sup>2</sup>Laboratorio de Polímeros, Escuela de Química, Universidad Nacional, Costa Rica

(Recibido: Noviembre/2016. Aceptado: Enero/2017)

#### **Resumen**

El programa actual de educación media y diversificada en Costa Rica se está modificando a un sistema donde se desarrolle la observación, experimentación, investigación e indagación; tratando de mejorar y actualizar sus contenidos y métodos.

Se propone un nuevo enfoque del currículum escolar basado en la revisión de las ciencias básicas en la escuela media; y la física, la biología y la química en la educación diversificada. Donde se podrían incorporar experimentos simples de nanotecnología o nanobiotecnología y una breve guía de investigación para la feria científica.

La propuesta presentada es para promover la nanotecnología como herramienta para fomentar el interés científico y las vocaciones científicas.

**Palabras Clave:** Nanotecnología, Educación formal, Secundaria, Desarrollo integral.

#### **Abstract**

Costa Rica's current middle school curriculum is being migrated or is being modified to a system where students develop skills in observation, experimentation, research and inquiry, aiming to improve and update contents and methods.

We propose here a new approach to the curriculum based on the review of basic sciences in middle school and physics, biology and chemistry in diversified education. Where, simple nanotechnology or nanobiotechnology experiments and a short research guide for the scientific fair could be incorporated.

The proposal is to use nanotechnology as an educational tool to foster scientific interest and scientific vocations.

**Keywords:** Nanotechnology, Formal education, Middle school, Whole development.

## **Introducción**

El programa actual de estudio en educación media y diversificada en Costa Rica se está modificando a una sistema más analítico, en el cual se quiere aprovechar la observación, experimentación, investigación e indagación; tratando de mejorar y actualizar sus contenidos y métodos. A razón de esto y de la importancia que tiene la nanotecnología en la actualidad, es que se plantea utilizar la nanotecnología como una herramienta de estudio en las ciencias; además, de un acercamiento de la población estudiantil de las ciencias en su entorno. Otras áreas a desarrollar dentro de este proceso son: la curiosidad científica, la creatividad, el uso de método científico y del pensamiento analítico [1].

Para la propuesta de experiencias se tomó en cuenta tres aspectos principales: trabajo y proceso en las lecciones de aulas, realidad del país, y los planes de estudio de ciencias naturales de séptimo a noveno; y de física química y biología de décimo a undécimo (o duodécimo, si son colegios técnicos).

Para el análisis del proceso de las aulas se trabajó con las experiencias relatadas por los profesores en el Primer Taller de Inducción de la Nanotecnología en Secundaria, realizado en agosto del 2015, donde había una población de profesores de varias regiones a nivel nacional, dejando en evidencia las similitudes de las problemáticas dentro de las aulas. Uno de los factores expuestos en las experiencias de los profesores es el tener poco tiempo para impartir todo el temario, esto muchas veces recae en materia repetitiva, clases mecánicas y realización de cuestionarios para aprender para los exámenes.

También, se resalta la dispersión de los estudiantes en clase. Los profesores señalaron que ocurren estos problemas durante las clases: cuesta captar atención, los estudiantes desean la información rápida y concisa; y no se puede captar su atención por más de 15 - 20 minutos. Y se planteó como posibles causas de esta situación los procesos dentro de la clase y los recursos utilizados, sumados a la vida acelerada, la conexión con las redes y tecnología.

A nivel del país, la evidencia empírica revela que los factores que más inciden en el rendimiento académico son la modalidad de enseñanza en que opera el colegio, el horario en que imparten lecciones y su ubicación geográfica, así como las características socioeconómicas y demográficas de cada comunidad y los recursos disponibles [1]. Estos aspectos conllevan otros aspectos como lo son: cantidad de fondos destinados para desarrollar actividades en clase es nulo, se le resta importancia a la enseñanza de la ciencia y los esfuerzos para mitigar estos problemas se ven reflejados, en su gran mayoría, en el gran área metropolitana y

principales cabeceras de los cantones del país, dejando de lado gran parte de la población estudiantil.

El módulo educativo puede variar según entre los colegios, sin embargo la mayoría cumple con un estándar, el tiempo de una lección es de cuarenta minutos. En la educación media se imparten seis lecciones de ciencias, estas incluyen un temario de física en séptimo año, un temario de química en octavo año y un temario de biología en noveno año. En educación diversificada se trabajan con las tres lecciones de cada materia en décimo y undécimo año, a excepción de los colegios técnicos que tienen duodécimo año, en este caso se ve una materia en cada año.

En los Cuadros 1 y 2 se observan las áreas temáticas tomadas de los planes de estudio del Ministerio de Educación Pública de Costa Rica vigentes en el 2016 donde se pueden incluir experimentos sobre nanotecnología.

Nivel	Unidad
Séptimo	I. Ciencia y tecnología II. Estimaciones y mediciones
Octavo	I. Ciencia que estudia la materia II. Sustancias químicas
Noveno	I. Ciencias Biológicas y sus aplicaciones

Fuente [2] Programas de Estudio de Ciencias, Ministerio de Educación Pública

TABLA 1. Áreas temáticas en educación media donde se podría abordar la nanotecnología.

Nivel	Unidad
Química	I. Caracterización de la Química IV Mezclas V Química del carbón
Física	III. Evolución y diversidad VI. Construyamos el Futuro
Biología	I. Conceptos fundamentales de Física II. Electromagnetismo III. Óptica.

Fuente: [3] [4] [5] Programas de Estudio: Química, Física, Biología Ministerio de Educación Pública.

TABLA 2. Áreas temáticas en la educación diversificada donde se podría abordar la nanotecnología.

## Propuesta Elaborada

En el Cuadro 3 se observan los temas elegidos para cada año, utilizando de base los temarios de educación media y diversificada. Se dejó de lado el temario de biología en la educación diversificada, ya que tiene un menor número de lecciones asignadas en la. En el Cuadro 4 se muestra un resumen de los experimentos elegidos para cada nivel.

<b>Nivel</b>	<b>Unidad</b>
Séptimo	Estimaciones y mediciones
Octavo	Sustancias químicas
Noveno	Ciencias Biológicas y sus aplicaciones
Décimo	Mezclas
Undécimo	Electromagnetismo

TABLA 3. Áreas temáticas elegidas donde se puede incluir actividades relacionadas con nanotecnología.

Adicional a estas lecciones se incluye una referencia al aprendizaje del método científico. La cual puede ser dada en cualquiera de los niveles donde el profesor crea conveniente.

<b>Nivel</b>	<b>Unidad</b>
Séptimo	Nanotecnología un mundo pequeño
Octavo	Superficies superhidrofóbicas: Efecto Loto Arena Hidrofóbica
Noveno	Clave Morse – AND
Décimo	Efecto Tyndall
Undécimo	Ferrofluido Polímero Magnético
Abierto	Método Científico

TABLA 4. Experimentos Propuestos.

### **Estructura de la lección**

A raíz de la problemática del tiempo limitado en clase se plantea actividades de dos lecciones donde el profesor tenga tiempo de presentar la materia, realizar la actividad y hacer un cierre.

1. Explicación inicial sobre el tema: 20 minutos.
2. Actividad experimental: 40 minutos.
  - 2.1. Lectura del experimento y aclaración de dudas.
  - 2.2. Realizar el experimento.
  - 2.3. Anotar observaciones: Escriba descripción detallada de lo que sucede en cada paso.
  - 2.4. Anote que conclusión se puede obtener analizando el fenómeno observado y razone cual sería su importancia.
3. Cierre: Observaciones de los estudiantes, conclusiones generales: 10 minutos

Las actividades están elaboradas para que el estudiante haga, observe y analice los resultados.

## Introducción: Método científico

### DESCRIPCIÓN

Se dará una breve descripción de los pasos del método científico y se realizarán experimentos cortos con los estudiantes, pidiéndoles que apliquen el método científico.

### Método Científico simplificado:

**Observación:** En este paso, analizamos el proceso, hecho, teoría o fenómeno de manera concisa y detallada.

**Hipótesis:** Durante este paso, se explica la teoría o proceso de lo estudiado en el paso anterior. Se formulan una o varias hipótesis, que no serán consideradas verdaderas hasta no ser demostradas experimentalmente.

**Experimentación:** Luego de formular la o las hipótesis, realizamos el trabajo experimental para saber si son verdaderas o no.

**Teoría:** Si llegan a ser consideradas reales durante la experimentación, se crean las teorías de las hipótesis.

**Ley:** Si es demostrada tanto teórica como experimentalmente, la hipótesis se convierte en una ley.

## Nivel Séptimo

### Nanotecnología: un mundo pequeño

En esta sección se tienen 3 actividades. Una es complementaria a la siguiente.

**PARTE UNO:** Descripción: sobre el mundo nano que tan pequeño es en comparación con nuestro mundo. Pasando por el mundo mili, luego siguiendo con el micro y hasta llegar al nano. Describiendo que podemos encontrar en cada uno de estas tres medidas: ácaros, glóbulos rojos, bacterias hasta llegar a virus y ADN.

DIMENSIÓN	OBJETO	TAMAÑO*	PROPORCIÓN* (mm)
Mili	Grano de Sal	1mm	1
	Ácaros	0.1 mm	1/10
Micro	Bacterias	10 $\mu$ m	1/100
	Glóbulos Rojos	1 $\mu$ m	1/1000
Nano	Virus	100 nm	1/10000
	Gruoso de ADN	10 nm	1/100000
	Molécula de Glucosa	1 nm	1/1000000

\*Valores aproximados.

**PARTE DOS:** Medio visual - Interactivo: <http://htwins.net/scale2/>

Se pueden ver las medidas y ejemplos mencionados en la actividad 1. También se puede comparar con la escala más grande y ver planetas, estrellas y asteroides.

DIMENSIÓN	OBJETO	TAMAÑO*	PROPORCIÓN* (Km)
Kilo	Salto del Ángel	0.979 km	1
	Cometa Halley	15	10
Mega	Plutón	1,187 km	1000
	Luna	3,474 Km	1000
Giga	Tierra	12,000 km	10000
	Saturno	69,911 km	100000
	Sol	1,392,000 km	1000000

\*Valores aproximados.

Observando: Que si nosotros fuéramos de tamaños de nanómetros, el sol sería apenas de tamaño de metros. Si una persona midiera 1.65 nm, el sol mediría apenas 1,39 m de diámetro.

Esto se podría trabajar en un salón de cómputo para que los estudiantes puedan interactuar con la herramienta.

**PARTE TRES:** Fichas con diferentes objetos para ordenar de mayor a menor: Se tienen tarjetas con diferentes ejemplos de las escalas y se pide a los estudiantes clasificar estas tarjetas de los objetos más pequeños a los más grandes.

### Nivel Octavo

**PARTE UNO:** Rivera-Álvarez, A, Vega-Baudrit, J.R. (2014) Superficies superhidrofóbicas: efecto loto. Guía Didáctica Para La Enseñanza De La Nanotecnología En Educación Secundaria. Red "José Roberto Leite" De Divulgación Y Formación En Nanotecnología. Madrid. [6]

**PARTE DOS:** Arena Hidrofóbica.

#### Arena Hidrofóbica

##### Materiales

- Arena de playa o construcción.
- Spray impermeabilizante (disponible en ferreterías como Scotchgard, spray para capotas de carros, spray de limpieza para zapatos o telas impermeable)
- Bandeja o recipiente.
- Paso con agua.
- Cuchara plástica.

**Procedimiento.**

1. Recolectar la arena en un recipiente según la cantidad deseada.
2. Eliminar la humedad de la arena; este procedimiento puede realizarse durante 60 minutos al sol o 30 minutos en un horno aproximadamente según la humedad de la arena.
3. Dejar que la arena llegue a temperatura ambiente después del secado.
4. Reservar una pequeña porción de esta arena.
5. Esparcir la arena en una bandeja o recipiente adecuado para formar una capa uniforme y fina.
6. Rociar uniformemente la arena con el spray impermeabilizante, revolver la arena y dejar secar entre 3 a 5 minutos. Repetir este paso mínimo 3 veces para asegurar impermeabilidad de la arena.
7. Secar la arena impermeable.
8. Sacar una cuchara de arena.
9. Sumergir en un vaso con agua la cuchara con arena.
10. Comparar con una cuchara de arena normal en otro vaso con agua y observar la diferencia entre ambas arenas.

**Nivel Noveno: Clave Morse - ADN**

Para transformar texto a una cadena de ADN a partir de la Clave Morse.

A	● ■■	U	● ● ■■
B	■■■ ● ●	V	● ● ● ■■
C	■■■ ● ■■ ●	W	● ■■ ■■
D	■■■ ● ●	X	■■■ ● ● ■■
E	●	Y	■■■ ● ■■ ■■
F	● ● ■■ ●	Z	■■■ ■■ ● ●
G	■■■ ■■ ●		
H	● ● ● ●		
I	● ●		
J	● ■■ ■■ ■■		
K	■■■ ● ■■	1	● ■■ ■■ ■■ ■■
L	● ■■ ● ●	2	● ● ■■ ■■ ■■
M	■■■ ■■	3	● ● ● ■■ ■■
N	■■■ ●	4	● ● ● ● ■■
O	■■■ ■■ ■■	5	● ● ● ● ●
P	● ■■ ■■ ●	6	■■■ ● ● ● ●
Q	■■■ ■■ ● ■■	7	■■■ ■■ ■■ ● ●
R	● ■■ ●	8	■■■ ■■ ■■ ● ●
S	● ● ●	9	■■■ ■■ ■■ ■■ ●
T	■■■	0	■■■ ■■ ■■ ■■ ■■

Se asigna un símbolo a bases nitrogenadas del ADN

Simbología	Base Nitrogenada	Símbolo
●	Adenina	A
■	Timina	T
	Citosina	C
	Citosina	CC
	Guanina	G

Ejemplos:

ME	-- .	TTCA
GUSTAN	--- ..... ---	TTACAATCAAACCTCATCTA
LAS	.....	ATAACATCAAA
CIENCIAS	--- . . . . . .. . . . .	TATACAACACTACTATACAACAAA
NANO	.. . . . .	TACATCTACTTT
21	.....	GAATTTATTTT

### OBSERVACIONES

- 1) Todos los números en clave morse tienen cinco símbolos, por lo que no es necesario definir que es un número cuando inician todos los números, solamente en el primer número.

Ejemplo: 21 es GAATTTATTTT y no es GAATTTGATTTT.

- 2) Para escribir una frase completa se dejan dos espacios entre las palabras.

Ejemplo: ME GUSTAN LAS CIENCIAS

TTCACCTTACAATCAAACCTCATCCATAACATCAAACCTATACAACAC  
TACTATACAACAAA

- 3) Las tildes las omitiremos en la transformación

Actividad Codifique: Nanómetros, Virus, Tecnología, bacterias,  $1 \times 10^{-9}$ .

### Nivel Décimo: Efecto Tyndall

#### Experimento#11: Identificación de los coloides mediante el efecto Tyndall.

Traducido de NanoschoolBOX Experiment 11 Identification of colloids through the Tyndall effect. NanoBioNeT. [7]

### Nivel Undécimo: Polímero Magnético

#### Materiales

- Esponjas metálicas finas de limpieza de tipo alambriña o limaduras de hierro.
- Goma de silicón frío.
- Jabón líquido sin alcohol.



- Recipientes para el mezclado.
- Encendedor o fósforos.
- Tamizador o malla coladora.
- Imán potente (preferiblemente de Neodimio).

### **Procedimiento**

1. En un recipiente de vidrio o metal colocar pequeños trozos de la esponja metálica
2. Quemar cuidadosamente los trozos con mucho cuidado hasta ver como la significativo en el color de la alambriña.
3. Frotar los trozos sobre la malla en un recipiente hasta obtener el polvo metálico (Limadura de Hierro).
4. Mezclar el jabón líquido con el silicón frío en un recipiente. La proporción debe ser 4:1 (4 de silicón frío por una de jabón). La textura debe ser viscosa pero uniforme.
5. Adicionar el polvo metálico al silicón y mezclar muy bien hasta obtener una mezcla lo más homogénea posible.
6. La cantidad de disolución dependerá de la consistencia deseada del polímero formado.
7. Amasar el polímero y realizar formas alargadas para observar el efecto al estar en contacto o cerca de los imanes.

### **Observaciones:**

Se puede variar con las proporciones de silicón y jabón según se observe la mezcla, esta va a variar las propiedades según las marcas de los productos utilizados.

### **Conclusiones**

Con esta propuesta se obtuvo una herramienta simple y de fácil acceso para utilizar la nanotecnología como herramienta de aprendizaje dentro del aula a nivel de educación media y diversificada.

Se debe seguir refinando y completando la propuesta, incorporar más áreas temáticas y evaluar más a fondo el aprendizaje obtenido por los estudiantes durante el proceso.

A partir de las necesidades y limitaciones evaluadas en el Taller dentro de las aulas, se adaptaron los experimentos para utilizar materiales de fácil acceso, así lograr captar una mayor cantidad de estudiantes y poder ser utilizado en diferentes regiones del país.

A partir del trabajo realizado con los profesores en el taller se define los tiempos estipulados para realizar los experimentos dentro del aula.

## **Referencias**

- [1] Estado de la Nación, Quinto Informe Estado de la Educación. San José - Costa Rica (2015).
- [2] Ministerio de Educación Pública, Programas de Estudio: Química. San José - Costa Rica: Educación Diversificada (2005).
- [3] Ministerio de Educación Pública, Programas de Estudio: Física. San José - Costa Rica: Educación Diversificada (2003).
- [4] Ministerio de Educación Pública, Programas de Estudio: Biología. San José - Costa Rica: Educación Diversificada (2005).
- [5] Ministerio de Educación Pública, Programas de Estudio de Ciencias Tercer Ciclo de Educación General Básica. San José - Costa Rica: Educación Diversificada (2012).
- [6] A. Rivera-Álvarez, J.R. Vega-Baudrit, Superficies superhidrofóbicas: efecto loto. Guía Didáctica Para La Enseñanza De La Nanotecnología En Educación Secundaria. Red "José Roberto Leite" De Divulgación Y Formación En Nanotecnología. Madrid (2014).
- [7] NanoBioNeT. Experiment 11: Identification of colloids through the Tyndall effect. NanoschoolBOX . Alemania.