

UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM PARA A COMPREENSÃO DA NANOTECNOLOGIA A PARTIR DA INTEGRAÇÃO DA QUÍMICA E DA FÍSICA

A TEACHING-LEARNING SEQUENCE FOR THE
UNDERSTANDING OF NANOTECHNOLOGIC FROM THE
INTEGRATION OF CHEMISTRY AND PHYSICS

Liz M. Muñoz Albarracín

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Immunoza@udistrital.edu.co

Harley Zamir Camargo Moreno

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
hcamargom@correo.udistrital.edu.co

Diana Milena Angarita Ardila

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
d.angarita1986@gmail.com

David Enrique Pantoja Cabrera.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Davidpantoja12@gmail.com

Resumen

Se realizó una propuesta de enseñanza y aprendizaje de las nociones de nanociencia, integrando conceptos de la Física y la Química, con un grupo de profesores en formación inicial y continua, con la finalidad de construir conocimiento científico escolar recurriendo a conceptos propios del campo de la Nanotecnociencia. Esto con la intención de posibilitar la comprensión de algunas propiedades de los textiles inteligentes tomados como ejemplo adoptando como fundamento teórico y metodológico la modelización y desde la investigación cualitativa en el marco de la hermenéutica para entender la manera en que se interpretan las situaciones objeto de enseñanza y aprendizaje para modelar la ciencia e interpretarla.

Palavras chave: Ensino das Ciências, modelagem, nanotêxteis, física, química.

We carry out a proposal for teaching and learning Nanotextiles. It was carry out integrating concepts of Physics and Chemistry, with a group of professors in initial and continuous training, in order to build school scientific knowledge using concepts from the field of Nano technoscience, for understanding some properties of smart textiles adopting modeling as a theoretical and methodological foundation from qualitative research within the framework of hermeneutics to understand the way in which the situations that are the object of teaching and learning are interpreted for model science and interpret it.

Key words: Science teaching, modeling, nanotextiles, physics, chemistry.

Introducción

Actualmente la nanotecnociencia (Giraldo, J., et al, 2007) hace parte importante no solo de un renglón económico que se encuentra en crecimiento, sino que se establece como un tópico que ha permeado diferentes niveles de nuestra sociedad. Su divulgación, aunque indispensable, se enfrenta a grandes dificultades que van desde las representaciones previas o modelos mentales construidos por el público no científico, la complejidad y dificultad de orden conceptual de las temáticas que aborda, así como, el obstáculo de expresar eventos que están fuera del alcance sensible del hombre (Sánchez-Mora y Tagüeña 2011) ya que la escala a la que se desenvuelve esta ciencia establece al átomo y sus abstracciones netamente teóricas como eje fundamental de su desarrollo.

Desde esta perspectiva, es necesario empezar a trabajar en propuestas de enseñanza que aborden temas como el de los nanomateriales, considerando algunos ejemplos como el uso y aplicación de los textiles inteligente. Desde esta perspectiva se pensó en la siguiente pregunta problema ¿Cómo desde la integración de la física y la química, se logra construir una propuesta fundamentada en la modelización para la enseñanza de los textiles inteligentes?

Esta pregunta cobra relevancia especialmente en nuestro contexto, ya que como lo indica Torres (2021.p.20) “En Colombia, la enseñanza de la nanociencia y nanotecnología en la educación secundaria y media técnica se encuentra en un nivel inicial, debido a que, desde el Ministerio de Educación Nacional, no se ha considerado introducir estos temas dentro de los estándares básicos de competencias”. Razón por la cual es importante que los profesores construyan e implementen propuestas que involucren este tipo de conceptos que hoy día inclusive en los medios de comunicación se encuentran presentes.

La integración de la Química y la Física

Por lo anterior comprender el campo de conocimiento de los nanotextiles, desde la integración de los saberes de la Física y la Química, podría ayudar a entender propiedades físicas como la

conductividad eléctrica, que también pueden explicarse desde las propiedades interatómicas, en este tipo de nanomateriales, lo que les aporta a los estudiantes fundamentos teóricos que movilizan las ideas acerca de un conocimiento científico escolar propio de este campo de estudio.

La enseñanza de la física y la química suele relacionarse con la visión positivista de las ciencias naturales de finales del siglo XX. Esta postura buscaba encontrar y demostrar las bases “fundamentales” del mundo natural y fijó a la ciencia como cuerpo de saberes objetivos, acabados e irrefutables, alejándose de lo que es en realidad, un fenómeno social (Porlán, 2018); Esta situación, ha influido significativamente en la visión de las ciencias naturales, generando posturas reduccionistas de carácter epistemológico y ontológico de la física respecto a la química.

Una revisión sobre la Nanociencia.

Se hizo necesario la revisión del concepto de nanociencia, para comprender en qué temas se ha incursionado en nuestro contexto en la enseñanza de las ciencias con los estudiantes de educación básica, al respecto se sintetizan en la siguiente tabla los hallazgos:

Nombre del texto	Autor	Año	Aporte
formación en nanociencia y nanotecnología: un reto en Iberoamérica	Joaquín D. Tutor Sánchez	2013	<ul style="list-style-type: none"> • Asimilación de contenidos de la Nanociencia y la Nanotecnología • Actuaciones en el ámbito de la divulgación, y de la formación educativa. • Recuento de la formación en nanociencia y nanotecnología desde diferentes iniciativas en Iberoamérica.
Propuesta ciencia tecnología y sociedad basada en la nanotecnología para física y química de 1º de bachillerato.	Raquel Casas Guzmán	2018	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de grado basado en el enfoque (CTS)- • Serie de actividades con nanomateriales para abordar contenidos de física y química de 1º de bachillerato.
Nanobox: un material educativo en nanomateriales que promueve la creatividad científica	Catalina Ruano y Yenny Hernández	2016	<ul style="list-style-type: none"> • Habilidades científicas desde la educación escolar. • Incentiva la creatividad, la curiosidad, la investigación en los jóvenes. • Percepción que los ciudadanos tienen hacia estas innovaciones. • Material didáctico desde los grados 9 para la enseñanza de contenidos de nanociencia.
“Docente-nano”: una alternativa para la divulgación del concepto de nanomateriales en la educación media”	Lady Johana Torres Romero	2018	<ul style="list-style-type: none"> • Tesis para la divulgación y enseñanza del concepto de nanomateriales; para ello recurre a la alfabetización científico-tecnológica. • La propuesta desarrolla las actividades como guías didácticas. • Muestra que la enseñanza de la nanociencia y la nanotecnología es aún incipiente en Colombia.
RETOS NANO-DIDÁCTICOS: UNA APROXIMACIÓN EN BÁSICA PRIMARIA A LOS CONCEPTOS DE NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGÍA	Sandra Marcela Aragón Rodríguez	2020	<ul style="list-style-type: none"> • Enseñanza de nociones de nanociencia y nanotecnología a niños de 5to de primaria. • “Retos nano-didácticos” evidenciado mejoras en su desempeño en ciencias naturales. • Contribuir a la mejora de los procesos de enseñanza aprendizaje en la escuela. • Inmersión en Nanociencia y nanotecnología fundamental para generar una visión más amplia del mundo microscópico en los estudiantes
NINO Y NINA: estrategia de divulgación científica a través de un portal web interactivo de los conceptos básicos en nanociencia las TIC.	William Ricardo Pineda Bolívar	2020	<ul style="list-style-type: none"> • Propuesta de divulgación científica mediada por las TIC, mediante el desarrollo de un portal Web. Recoge algunas propuestas desarrolladas en Iberoamérica y Colombia preguntando sobre el papel de Colombia en torno a la nanociencia y la nanotecnología. Resalta el papel de la investigación, vinculando el conocimiento científico y la sociedad.

Fuente: Creación propia de los autores (2022)

La modelización como fundamento metodológico

Se toma como opción la modelización de las ciencias para la elaboración de la propuesta de enseñanza con un fin integrador de los saberes de la Química y la Física. Según Adúriz-Bravo (citado en Díaz Guevara, C. A. et al 2019) *“Desde la didáctica de las ciencias, se considera que el componente metacientífico (la reflexión sobre la naturaleza de la ciencia) es fundamental en la alfabetización científica general, llevando a la necesidad de introducir la historia de la ciencia y la epistemología en la formación inicial y continuada del profesorado de ciencias; por tanto es necesario que el profesorado esté al tanto de que los desarrollos recientes y actuales de la epistemología han puesto en valor los modelos y la modelización en la construcción de las ciencias, y que tal puesta en valor ha influido importantemente en nuestras concepciones teóricas acerca de su enseñanza.”*

La modelización como metodología se adopta como objeto de trabajo para articular los contenidos de la física y la química, relacionados con los nanotextiles, para lo que se abordarán desde secuencias de enseñanza y aprendizaje, que demandan un contexto activo y reflexivo para el trabajo de los estudiantes y un rol interactivo por parte del profesor. Por lo que se busca que las actividades se concatenen, poniendo a prueba el sentido de cada una (explorar, crear, probar, evaluar y revisar modelos) y el hilo conductor que da sentido al conjunto; lo que permite metodológicamente modelizar en actividades concretas.

Estructura Metodológica para desarrollar la propuesta.

La postura investigativa asumida para el abordaje de este proyecto es el paradigma de la investigación cualitativa, campo de acción de las ciencias humanas que permite abordar la investigación desde el estudio de los sujetos que participan en un ambiente menos condicionado, buscando entender e interpretar la naturaleza del problema de investigación en un contexto específico. Como menciona Flick, U. (2015), los investigadores cualitativos estudian las cosas en su entorno natural intentando dar sentido a lo que observan, interpretarlos desde el punto de vista de los significados que le dan las personas.

El enfoque tomado para el desarrollo de la investigación es el hermenéutico, ya que la propuesta no parte de la observación de un problema específico que emerge como una necesidad por resolver en el aula, sino, como una manera en la que se desea abordar un campo como la nanociencia. Por tanto, la hermenéutica como teoría, basada en la observación de situaciones como las que se pueden desarrollar actividades organizadas y planeadas, con referentes didácticos, aspectos contextuales, consideraciones epistemológicas, etc.

La secuencia de enseñanza y aprendizaje (SEA) de esta propuesta se basa en las “hipótesis de aprendizaje” o learning hypothesis, de la modelización Francesa descrita por Couso (citado en Caamaño, A. (Coord) et al 2011) adicionando las Fases o momentos del modelo constructivista de enseñanza aprendizaje (citado en Jorba, J. et al 1997) complementarias a la visión de modelización descrita.

Por tanto, las actividades que en este trabajo se proponen consisten en construir y validar modelos, y modelar es construir modelos que se articulen desde la Física y la Química para comprender y explicar las propiedades de los nanotextiles, teniendo como referencia un campo de conocimiento como la nanociencia.

Ahora bien, la actividad científica no empieza en los hechos, sino en las preguntas; y las preguntas dependen del marco teórico desde el cual las formulamos y del contexto o situación que como investigadores diseñamos para introducir a los estudiantes en la construcción de explicaciones en el mundo nano, las cuales buscan relacionar y comprender una ciencia que se basa en conceptos microscópicos para poder entender cómo funcionan los objetos en el mundo microscópico. Así las cosas, los hechos no son independientes de los observadores y de sus maneras de ver el mundo. La sociedad en que viven día a día la comunidad científica, los docentes y los estudiantes (los dos últimos en un proyecto de ciencia escolar) determinando y encaminando el tipo de preguntas que se hacen o que pueden responder ellos mismos, además de contribuir a las conclusiones para poder explicar fenómenos específicos de la ciencia nano.

Es importante mencionar que la SEA se construye sobre la integración de la Física y la Química para explicar propiedades de la materia y propiedades térmicas de los materiales. Por lo que el mapa de la figura 1.

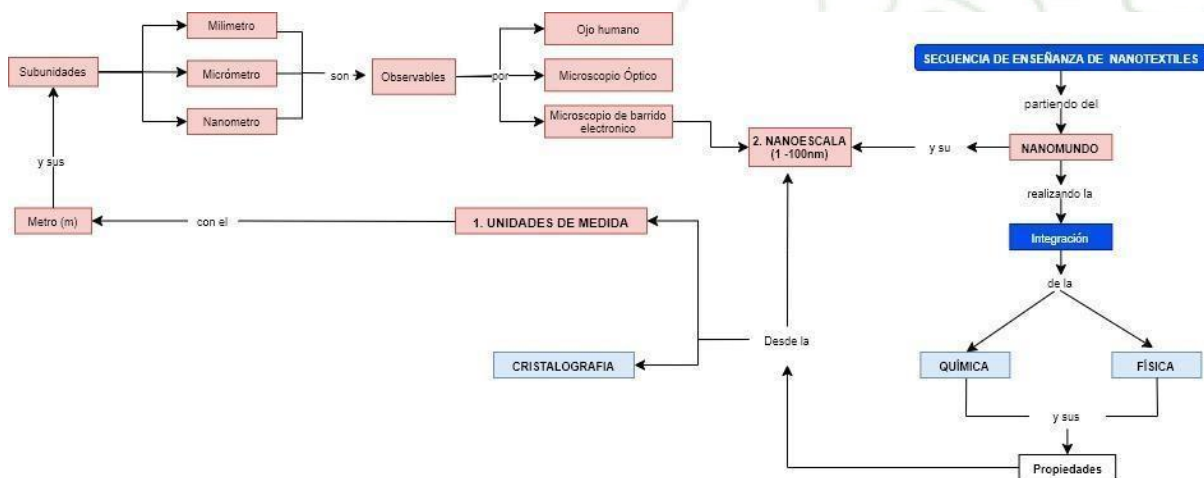


Figura 1. Integración de la física y la química. Elaboración propia (2022)

Estas construcciones han dado lugar a la elaboración de una propuesta de aula basada en el modelo de la SEA y la modelización, como ya se abordó líneas antes. La cual fue evaluada por 2 profesores de física y uno de química con la intención de recibir sus contribuciones frente a la propuesta construida. Este proceso se dio en dos momentos, uno al inicio en el que se tenía la estructura de la SEA y la intención era revisarla en cuanto a su coherencia y pertinencia y el otro momento en él se construyeron las actividades de la SEA y era necesario que los pares revisaran si las actividades eran acordes a los objetivos planteados, en cuanto al ¿Qué?, ¿Cómo? y ¿Para qué?, de las mismas. Se emplearon dos formas de validar una mediante un encuentro con los evaluadores para presentar la SEA y recibir sus contribuciones y otra mediante un protocolo escrito que se envió para analizar cada actividad.

En el cuadro 1 se sintetizan las fases de la investigación que conllevan a la construcción de la propuesta de enseñanza y aprendizaje de los nanotextiles

SEA	ACTIVIDAD	NANOCIENCIA EN LA ENSEÑANZA DE TEXTILES NIEGENIES			COMPETENCIA DE LA MODELIZACIÓN
		Criterio/fundamento (Modelización - SEA)			
		Teoría/m modelo (Integración Química - Física)	Relación entre teoría/modelo y objetos/sucesos	Objetos/sucesos	
FASE DE EXPLORACIÓN	Actividad: Escala métrica	<p>A1. Escalas métricas.</p> <p>B1. Notación científica</p>	<p>Correlacionar unidades de medida patrón para establecer dimensiones de longitud.</p> <p>El metro como unidad patrón de medida universal y suequivalencia con las demás unidades de medida</p> <p>Modelos científicos escolares de los patrones de medida.</p>	<p>Establecer las nociones e importancia de la notación científica al expresar valores muy grandes o pequeños.</p> <p>Manejo de notación científica en la conversión de unidades.</p> <p>Representaciones que los estudiantes elaboran sobre nanómetro al correlacionar unidades de medida.</p>	<p>Nivel Macroscópico</p> <p>A.1.1 Identifica las herramientas de medida como la regla o el metro para aplicar unidades de medida patrón.</p> <p>A.1.2 Reconoce las unidades de medida más comunes y su relación con la escala nanométrica.</p> <p>B.1.1 Opera las unidades de medida y realiza conversiones.</p> <p>B.1.2 Aplica la notación científica haciendo uso de submúltiplos.</p>
	Actividad al Nano escala, el tamaño.	A.2 Relación tamaño escala.	Reconocimiento de los objetos que nos rodean que hacen parte del llamado macromundo.	Actividades para relacionar el macro mundo con el micromundo.	<p>Nivel Microscópico</p> <p>A.2.1 Representa la materia a diferentes escalas de acuerdo con el</p>

			Establecer la relación entre lo visible por el ojo humano y lo que no, a través de una herramienta analógica para comprender las magnitudes de la nanoescala.		alcance de herramientas ópticas. A.2.2 Establece la relación entre lo visible y lo no visible mediante objetos analógicos para modelar el nanomundo.
FASE DE APLICACIÓN	Actividad 3: Aplicaciones textiles	A.3 Propiedades Físicas /Químicas B.3 Estructura de los textiles	Identificar propiedades de los textiles Reconoce propiedades como Hidrofobicidad y Conductividad.	Composición de los textiles Propiedades eléctricas y polaridad.	A.3. Identificación propiedades Q/F B.3. Modelado de estructuras B.3. Experimentar con propiedades eléctricas e hidrofóbicas.

Cuadro 1. SEA sobre los nanotextiles. Elaboración propia (2022)

A continuación, se presentará una síntesis de la estructura de la guía elaborada teniendo en cuenta la SEA y el mapa conceptual de articulación de la Física y la Química.

FASE DE EXPLORACIÓN

NANOMUNDO: (ALISTANDO MALETAS)

ACTIVIDAD 1: ESCALA MÉTRICA

Pregunta orientadora: ¿Cómo se miden los objetos?

La nanotecnología se basa en la comprensión y manipulación de los materiales a nanoescala (Balandrán y Mendoza, 2021), es necesario realizar un primer acercamiento a los conceptos de unidad de medida, notación científica y escala nanométrica, para contextualizar a los estudiantes en los elementos básicos del nanomundo.

En esta actividad se establecen las bases de las unidades de medida, relaciones entre ellas e introducción a la notación científica a partir de la familiarización de los estudiantes con los patrones de medida y su comparación con estándares conocidos, como es el caso del metro. Se deberá hacer empleo de la notación científica para la conversión de distancias conocidas tanto a nivel macro, como a nivel micro y nano, para lo cual se cuenta con la orientación del docente y su guía en el empleo de los modelos matemáticos que permitan su conversión.

A partir de las observaciones realizadas por los estudiantes, deberán **establecer el concepto e importancia de la notación científica** y su utilidad al expresar valores grandes o pequeños.

ACTIVIDAD 2: NANO ESCALA, EL TAMAÑO SÍ IMPORTA.

¿Cómo comprender el campo de lo no visible, a partir de objetos que podemos medir en escalas de lo visible?

El ojo humano tiene una gran limitación en términos de lo que puede percibir de su entorno, los fenómenos naturales visibles son apenas expresiones del comportamiento de la materia y la energía en sus niveles más esenciales. Sin embargo, la creación de instrumentos cada vez más potentes y sensibles ha permitido la manipulación de la materia a escalas antes inimaginables, lo que indica que nuestros sentidos tienen un límite de apreciación del mundo que nos rodea y más allá de lo que percibimos con nuestros sentidos, se encuentra un mundo que ha sido posible entender gracias a los efectos que genera en el mundo macroscópico y que son susceptibles de ser medidos gracias a los modelos planteados desde la Física y la Química para comprender los fenómenos naturales, accesibles solo con el uso de instrumentos ópticos y nuevas tecnologías como el microscopio de barrido electrónico, el cual nos permite observar el mundo nano, superando los límites de resolución de imágenes impuestas por la leyes físicas y que son conocidas “como barreras de difracción” . En esta actividad se dispone de una guía que introduce al estudiante a la preparación de muestras de textiles para microscopía óptica, con lo cual se genera un modelo mental que permite reconocer la constitución de la materia a diversas escalas para establecer la relación entre lo visible y lo no visible mediante objetos analógicos para modelar el nanomundo. Para finalizar se presentará un breve video realizado con el apoyo de diferentes universidades y centros de estudio de la nanociencia , en el cual se muestran objetos reales y cómo podemos observar sus contribuyentes a medida que se amplía la escala de observación, ofreciendo al estudiante un espectro más amplio con el cual pueda comparar su experiencia y crear sus propias conclusiones.

FASE DE FUNDAMENTACIÓN Y ESTRUCTURACIÓN LO MACRO Y LO MICRO (DESPEGANDO)

ACTIVIDAD 3. APLICACIONES EN TEXTILES

¿Qué propiedades físicas y Químicas tienen algunos textiles?

Un textil está conformado por átomos, moléculas o iones que se ordenan de forma periódica y repetitiva, extendiéndose en las tres direcciones del espacio y cuya

forma (red) se puede extender según sus propiedades físicas y químicas. Por tanto, es de gran importancia que los estudiantes comprendan que existe propiedades que dependen de la estructura macroscópica y que podemos comprender en sus propiedades físicas, como la conductividad eléctrica y la hidrofobicidad, mediante experimentos sencillos con algunos tipos de textiles.

Discusión y alcances de la SEA de los nanotextiles

La SEA diseñada muestra las fases de exploración y fundamentación desde las cuales se elaboran las actividades que relacionan los conceptos de la Química y Física que subsidiarán las explicaciones que los estudiantes puedan construir para explicar algunas propiedades de los nanotextiles desde el mundo nano.

Lo que se presenta en este trabajo corresponde al proceso de construcción de la SEA, por el equipo de profesores en formación inicial y continuada que hacen parte del Grupo Observatorio Pedagógico de una Universidad Pública de la Ciudad de Bogotá.

Esperamos que la socialización de este trabajo nos aporte elementos de reflexión y análisis que contribuyan a mejorar la propuesta.

Referências

AZEVEDO, Maria Cristina Stella de. Ensino por Investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

BRASIL. **Lei Federal nº 9394/96**. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN). Brasília, 1996.

CAAMAÑO, Aureli (Coord.); AMETLLER, J.; CAÑAL, P.; COUSO, D.; RAMÓN, Juan G.; JIMENEZ-A, Maria Pilar.; JUSTI, R.; PINTO, R.; ANTONIO de PRO.; SANMARTÍ, Neus. Didáctica de la Física y la Química. Cap 3: Las secuencias didácticas en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: modelos para su diseño y validación. EDITORIAL GRAÓ, de IRIF, S.I. España, 1a ed, mayo 2011. 57-78p

DIAZ G. C. A.; GARAY G., F.; ACOSTA, Paz, J. D.; ADÚRIZ-B. A. . Los modelos y la modelización científica y sus aportes a la enseñanza de la periodicidad química en la formación inicial del profesorado. Didáctica, 5: (2019)7-25p.

DUARTE, M. C. A história da ciência na prática de professores portugueses: implicações para a formação de professores de Ciências. **Ciência & Educação**, v.10, n.3, p.317-331, 2004. Disponível em: xxxxxxxxxxxx. Acesso em: 20 jan. 2020.

FLICK, U. El diseño de investigación cualitativa. Ediciones Morata. (n.d.). Rev. Investigación Cualitativa I (I) (2015-2016) 107-113p Recuperado de: https://www.academia.edu/29974658/Flick_U_2015_El_dise%C3%B1o_de_la_investigaci%C3%B3n_cualitativa

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 5. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

GIRALDO, J., Gonzalez, E., & Gómez-Baquero, F. (Eds.). (2007). *Nanotecnociencia: nociones preliminares sobre el universo nanoscópico.* Ediciones Buinaima.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.11, n.2, p.219-238, 2016.

JORBA, J.; CASELLAS, E. Estrategias y Técnicas Para La Gestión Social Del Aula Vol. I La Regulación y La Autorregulación de Los Aprendizajes. EDITORIAL SÍNTESIS , S.A.(1997) ESPAÑA, Madrid. 32-35p.

LIMA, M. C. A. B. **Explique o que tem nessa história.** 2001. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

NETINHO. O pequeno Leitor. **Histórias**, O Equilibrista do circo. Disponível em: xxxxxxxx. Acesso em: 20 ago. 2021.

NOVAK, J. D., “El constructivismo humano: hacia la unidad en la elaboración de significados psicológicos y epistemológicos”, en PORLÁN, R., GARCÍA, J. E., y CAÑAL. P., (Comp.), *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*, Diada editoras, Sevilla, 1988, pp. 23-40 (referencia en 24p).

SANCHEZ M.; TAGUEÑA, J. (2011). El manejo de las escalas como obstáculo epistemológico en la divulgación de la nanociencia. *Mundo nano: Revista interdisciplinaria en nanociencias y nanotecnología*, 4(2), 83-102.

TORRES, Robayo.; EYLEEN, Samantha. Divulgación y formación en Nanociencia y Nanotecnología en Colombia: el gran reto de las Ciencias Naturales en la Educación secundaria y media técnica. Colombia:Revista Aquinas 'Scriptum Scientiam' Vol. 1 No. 1 (2021). 18p

TAMAYO, Ó. (2013) Modelos y modelización en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. IX congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias (2013): 3484-3487. Disponible en: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/337618>.