

Divulgación y formación en Nanociencia y Nanotecnología en Colombia: el gran reto de las Ciencias Naturales en la Educación secundaria y media técnica¹

Divulcation and training in nanoscience and nanotechnology in Colombia: the great challenge of the natural sciences in secondary and medium technical education

Eyleen Samanta Torres Robayo²

Docente

samantatorres@santotomas.edu.co

Resumen,

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 MEN (Ministerio de educación Nacional), no se ha considerado introducir estos temas dentro de los estándares básicos de competencias. En este documento se recopilan los trabajos llevados a cabo en diferentes países, los cuales han resaltado en el campo de la innovación científica y tecnología, desde lo nano, en el campo educativo enfocado principalmente en la educación secundaria y media, necesaria para cumplir las metas de creación e innovación establecidas en la economía mundial. Esta investigación se realiza en pro de reflexionar sobre el desarrollo de los currículos colombianos en las asignaturas de ciencias, demostrando la importancia de la educación en STEM y los retos a los que se enfrenta el país para lograr este objetivo.

Palabras clave,

Educación, nanociencia y nanotecnología, estrategias pedagógicas, estándares Básicos de Competencias, interdisciplinariedad.

Abstract,

In Colombia, the teaching of nanoscience and nanotechnology in secondary and technical secondary education is at an initial level, because, from the MEN (Ministry of National Education), it has not been considered to introduce these issues within the basic standards competitions. This document compiles the work carried out in different countries, which have stood out in the field of scientific innovation and technology from the nano, in the educational field focused mainly on secondary and middle education, necessary to meet the goals of creation and innovation established in the world economy. This research is carried out in order to reflect on the development of Colombian curricula in science subjects, demonstrating the importance of STEM education and the challenges the country faces to achieve this goal.

Key words,

Education, nanoscience and nanotechnology, pedagogical strategies, Basic Skills standards, interdisciplinarity.

“conducir al joven estudiante a madurar su carácter y optar por el compromiso social”

¹ Artículo de reflexión, originado durante el desarrollo de clases de Ciencias naturales para grados de básica secundaria y media técnica.

² Licenciada en química, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Estudiante especialización en ingeniería de materiales y procesos, Universidad Nacional. Docente Ciencias Naturales, Colegio Santo Tomás de Aquino (Bogotá, Colombia). CoLAC: https://scienti.minciencias.gov.co/colac/visualizador/generarCurriculoCo.do?cod_rh=0000044881.

Introducción

La nanociencia y nanotecnología han sido consideradas durante los últimos quince años como la base de transformación científica y económica para el mundo actual, de ahí que los gobiernos de países desarrollados le apuesten a la investigación y desarrollo de nuevos proyectos en este campo disciplinar (Torres & Duarte-Ruiz, 2018), esto con la participación activa de diferentes agencias, organismos privados y públicos de los cuales se destacan: The National Nanotechnology Initiative (NNI); The Organization for economic cooperation and Development (OCDE); The Health and Safety Executive (HSE), The Environmental Protection Agency (EPA) y The National institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)(Alexander et al., 2012).

Desde este punto, según (Empresarial, 2006) en Colombia se plantean desde sus políticas gubernamentales dos metas muy importantes, la primera consiste en una revolución educativa, la cual iría de la mano con el segundo objetivo de este plan, la incursión dinámica en la economía mundial. Una de las estrategias para lograr el cumplimiento total de los objetivos anteriormente mencionados, es fundamentar el crecimiento en el desarrollo científico y tecnológico;

en donde las competencias en ciencia, tecnología e innovación cumplen un papel fundamental.

Para el año 2019, la OCyT³ publicó el Libro de Indicadores de Ciencia y Tecnología, en el cual, para el área de Recursos Humanos, se trabajan 4 grandes líneas:

1. Análisis de políticas, programas, planes e instrumentos orientados al fomento de recurso humano.
2. Análisis de trayectorias de investigación de personal de centros de investigación y universidades.
3. Caracterización de flujos de movilidad científica.
4. Estrategias de fomento para I+D.

Aun así, con el trabajo mancomunado de organismos como el MEN y Colciencias, el enfoque de crecimiento de recursos humanos para el desarrollo de la Ciencia y Tecnología en el país está enfocado principalmente al fortalecimiento de estrategias y planes para la educación superior (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2019).

Basado en esto, la consolidación de competencias científicas en niveles de educación como básica se-

cundaria y media técnica adaptadas a los cambios y demandas del mundo actual han sido relegadas a un segundo plano, lo que se demuestra en el desconocimiento de los fundamentos y alcances de las nuevas ciencias como la nanotecnología, por parte de la población en general y los estudiantes.

Por otro lado, cabe resaltar que recientemente (15 de septiembre de 2020) el Ministerio de Educación lanzó la convocatoria para la formación de docentes en Rutas STEM+A⁴, lo que puede ser un paso inicial para la revolución educativa que se busca desde el gobierno colombiano (Comunicaciones, 2020). Aquí las ciencias emergentes como la nanociencia y nanotecnología pueden tener un papel fundamental, puesto que poseen amplia aplicación en diversos campos, como lo son: química, biología, ingeniería, física, ciencia de los materiales, medicina, ambiente, etc. Lo cual conlleva a que el estudio y avance en conocimiento en este campo pueda iniciarse en grados escolares básicos, usando la interdisciplinariedad como herramienta fundamental, esto en concordancia con la meta de creación de ecosistemas nacionales para la innovación educativa.

Desarrollo de la educación en nanotecnología a nivel mundial, Iberoamérica y Colombia.

Como se mencionó anteriormente, el impacto de la educación en nanociencia y nanotecnología es ampliamente observada en países desarrollados, en este apartado se mencionan los diferentes avances que ha tenido el posicionamiento de este campo en los currículos escolares de algunos países potencia, como también en Iberoamérica y Colombia.

1. Estados Unidos

Este país considerado como uno de los más avanzados en el ámbito de la nanotecnología, en el año 2000 creó la NNI⁵, una iniciativa gubernamental que busca la mejora del I+D incluyendo actividades relacionadas a la nanotecnología con la ayuda de agencias independientes y federales, entre ellas la NSF⁶, creada por el congreso estadounidense para promover el progreso en la ciencia, las cuales desarrollarían ciencia, ingeniería y tecnología para proyectos a nanoescala. A partir de esto, se establece que uno de los puntos de énfasis para la iniciativa es la creación de la red de enseñanza de Nano y tecnologías emergentes, el cual se ha venido trabajando desde el año 2007, dando a conocer iniciativas para mejorar la educación en nanotecnología y los currículos escolares, para este punto se traza una ruta que enmarcaría el inicio de este trabajo:

“Necesitamos despertar el interés en la nanociencia,

comenzando en la escuela primaria. Necesitamos construir un canal sobre nanotecnología en la educación que permita un flujo constante de personal calificado para abastecer a nuestros laboratorios y empresas.

La educación en nanotecnología, como la investigación en nanotecnología, es necesariamente multidisciplinar. Dado que la nanotecnología abarca la física, la ciencia de los materiales, la química y la biología, debe enseñarse a lo largo del plan de estudios de ciencias. Y al igual que en otras materias, la nanotecnología se aprende mejor con la práctica. Los programas que mejoran el acceso a las herramientas básicas de nanotecnología ayudarán a inspirar a una nueva generación de estudiantes a seguir carreras científicas porque podrán ver de primera mano el potencial de la nanotecnología” (Government, 2008, pag 81)

Sin embargo, como lo establece (House of representatives, subcommittee on research and science education, 2007) la introducción de la nanotecnología en el currículo escolar debe realizarse paulatinamente, esto debido a que los currículos están llenos de contenidos actualmente, por tanto, se deben ajustar al desarrollo de estrategias y recursos que permitan la incursión a la nanotecnología, entre las que se encuentran:

- Laboratorios basados en la investigación con una variedad de herramientas en nanoescala.
- Sitio web sobre nanotecnología para estudiantes de K-12⁷, aquí también se ha redactado una guía para profesores.
- NanoLeap⁸ creó y probó unidades de dos meses de duración en nanociencia para ser utilizadas como unidades de reemplazo en cursos de física y química de la escuela secundaria. (Outreach, 2008)
- La organización NanoSense creó, aprobó y difundió un mayor número de unidades curriculares más cortas. (NanoSense, 2007)

Finalmente, desde el año 2011, la NSF muestra el creciente enfoque en abordar la educación y dimensiones sociales de la nanotecnología, es así como se han venido desarrollado más materiales para las escuelas, currículos para nanociencia e ingeniería, nuevas herramientas de enseñanza, capacitación técnica y con el fin de preparar a los graduados de la escuela secundaria para carreras en industrias relacionadas con la nanotecnología, las agencias miembros de NNI trabajan en colaboración para apoyar el desarrollo de estándares curriculares K-12 STEM (y relacionados, incluidos los biomédicos) y planes de articulación que basados en problemas enseñanza. (Technology et al., 2011)

2. Europa

Por otro lado, según (Commission, 2015) la Unión Europea determina que “la educación científica debe ser un componente esencial de un continuo de aprendizaje para todos, desde el preescolar hasta la ciudadanía activamente comprometida”, debido a esto, se busca superar las brechas educativas enfocándose en una educación integral, la cual abarca todos los niveles y partes del sistema de forma holística, desde este punto se desea asegurar la coherencia en las habilidades y aptitudes que se desarrollan y complementan en todos los niveles educativos.

Para la enseñanza en ciencias, se especifica que esta debe desarrollarse desde dos puntos:

- **Conocimiento de ciencia:** el cual permite entender conceptos y teorías científicas.
- **Conocimiento sobre ciencia:** incluye la comprensión de la naturaleza de la ciencia como actividad humana y las limitaciones que posee el conocimiento científico.

Es así que se atribuye la importancia de relacionar la educación STEAM en el sistema educativo, enfocándose principalmente en la conexión entre las diversas áreas de conocimiento como también de la comunidad, puesto que el conocimiento no se forma de manera aislada, puesto que se necesita de la unión de diferentes habilidades y perspectivas interdisciplinarias, lo que da como resultado la creación de redes en las que compañías y/o empresas sean un apoyo para los colegios, así mismo, se promueve la cooperación entre museos, centros y fundaciones científicos para mejorar el desarrollo de las habilidades anteriormente mencionadas.

A continuación, se relacionarán algunos de los países que han desarrollado avances en la incursión de la nanociencia y nanotecnología en la educación escolar.

- **Bulgaria:** En este país la nanotecnología no es una asignatura obligatoria, los conceptos de esta son involucrados dentro de los currículos de Biología,

Química y Física, en donde se busca la comprensión teórica de este campo en conjunto con ejemplos prácticos de diversos productos en donde se emplea esta tecnología. (Debry & Lauritse, 2011)

- **Croacia:** En este país la nanotecnología es integrada en el plan de estudios desde el 4 año de la escuela secundaria (estudiantes de 17 a 18 años), integrada en la asignatura de física, capítulo Materiales y Propiedades de los materiales (Átomos, núcleo y partículas elementales), lo que permite a los estudiantes realizar la explicación de la nanotecnología y electrónica en semiconductores. Por otro lado, en la asignatura de Biología se integra en el capítulo de Naturaleza y Hombres (desarrollo sostenible), por lo que los estudiantes deben explicar la necesidad existente en el desarrollo de nuevas tecnologías. (Debry & Lauritse, 2011)

- **República Checa, Dinamarca, Alemania e Italia:** Para estos países la nanotecnología no es una asignatura obligatoria, sin embargo, está incluida en los currículos de física, química y biología en los últimos grados de la secundaria. (Debry & Lauritse, 2011)

- **Finlandia:** En este país se han venido realizando varios estudios para incorporar la nanotecnología en los planes de estudio, ya que es una temática que no se contemplaba dentro del currículo finlandés, por lo que se contemplaba replantear el plan de estudios de física, en el cual se preveía que los estudios en nanociencia no se integrarían por completo. (Debry & Lauritse, 2011) Sin embargo, para el año 2013, se creó LUMA, un proyecto de desarrollo de la educación científica coordinado por la Junta Nacional de Educación de Finlandia, el cual integra los esfuerzos de universidades y sector público para avanzar en STEM impulsando investigación en diversos temas actuales, entre ellos nanotecnología. (LUMA, 2013)

- **Grecia:** La nanotecnología no es una asignatura obligatoria en el plan de estudios de Grecia y, por lo tanto, no forma parte oficialmente del plan de estudios

de educación secundaria. Se han desarrollado algunas actividades extracurriculares relacionadas con la nanotecnología, especialmente en las clases de la escuela secundaria superior (grados 10-12, estudiantes de 15 a 18 años). Desde septiembre de 2011, se ha introducido un nuevo curso llamado “Los principios básicos de la investigación científica” en el plan de estudios de la escuela secundaria superior en los grados 10 y 11 (edades 15-17). En el marco de este curso, se diseñaron e implementaron varios proyectos relacionados con la nanotecnología. (Debry & Lauritse, 2011)

3. Asia

Para este continente, quien es potencia mundial en el desarrollo de nanotecnología, la educación desde los colegios ha sido un punto de enfoque muy importante, es por esto que se creó el ANF⁹, encargado de promover el desarrollo responsable de la nanotecnología que beneficie educativa, social, ambiental y económicamente a los miembros fomentando la colaboración de la red internacional.

En países como Taiwán, la incursión a la nano-educación ha sido muy fuerte y por esto el gobierno ha promovido el “Programa Nacional de Ciencia y Tecnología para Nanociencia y Nanotecnología” alrededor de seis años y aún continúa. Se espera que pueda convertirse en el principal programa de nanotecnología de Taiwán. El gobierno también planeó extender el conocimiento de la “nanotecnología” hasta la educación de grados K-12, y espera que el ímpetu del plan de estudios de nanotecnología en la escuela secundaria superior en Taiwán pueda acelerar la alfabetización en nanotecnología de los estudiantes de secundaria superior y promover el desarrollo industria de la nanotecnología. (Sung, 2011).

Por otro lado, en países como Australia desde el 2009 se trabaja en reformar el currículo de tal forma que los estudiantes de grados de 7 – 10 (edades entre 12 – 15 años) se enfoquen en la ciencia, explicación de fenómenos que la involucran y sus aplicaciones, aquí se ven disciplinas como biología, física, química y ciencias de la tierra; se considera importante incluir con-

1



9 Por sus siglas en inglés (Asian Nano Forum)

3 Por sus siglas en español (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología)

4 Por sus siglas en inglés Science, Technology, Engineering and Mathematics and Arts (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas y Artes).

5 Por sus siglas en inglés (National nanotechnology initiative)

6 Por sus siglas en inglés (National Science Foundation)

7 Es la designación utilizada en algunos sistemas educativos para la escolarización primaria y secundaria.

8 Proyecto creado por McREL International, nombre completo del proyecto: A NanoLeap into New Science.

textos contemporáneos en los que se puede aprender ciencia y cuestiones e investigaciones recientes para mejorar la comprensión de la ciencia en el mundo, es por esto que se establece que los estudiantes deben estar al tanto de temas contemporáneos como el agua y su gestión, el cambio climático, la investigación con células madre, la nanotecnología, la tecnología genética (Commonwealth of Australia, 2009)

Otro país a la vanguardia de este programa es Japón, quién creó el programa TeraNano, el cual trabaja de la mano con Universidades del país en la formación de docentes, estudiantes de secundaria y creación de materiales de apoyo (webcast, módulos, recursos en línea, charlas de expertos, programas de verano, etc.) con el fin de crear proyectos los cuales: fomentan el interés por los estudios universitarios (campos STEM) entre los jóvenes, también por la ciencia y la investigación a nanoescala, y por las colaboraciones internacionales de estudio e investigación y por último desarrolla las habilidades de tutoría, presentación y liderazgo entre los exalumnos de NanoJapan.

4. Iberoamérica

Según la Red “José Roberto Leite” de Divulgación y Formación en Nanotecnología, NANODYF, expresan que se esperaría como resultado para los países que conforman la red para los años (2011 – 2014)

- Establecer el diagnóstico de la situación actual en los países participantes en la Red acerca de la divulgación y la formación a distintos niveles en Nanotecnología.
- El diseño de estrategia de divulgación de la Nanotecnología para los países participantes en la Red que pueda extenderse a otros lugares de la región iberoamericana respondiendo a los respectivos niveles de desarrollo socio-económico y científico-técnico.
- El desarrollo de materiales y puntos de encuentro (página web) para los divulgadores de la Nanotecnología.

”...el impacto de la educación en nanociencia y nanotecnología es ampliamente observada en países desarrollados”

- El diseño de una estrategia de formación en Nanotecnología para los países participantes en la Red, extensible a otros países de la región iberoamericana, respondiendo a los niveles particulares de desarrollo socio-económico y científico-técnico, y que esté dirigida básicamente a los sectores públicos y privados que tienen como objetivo la formación, desde etapas incipientes, de cuadros profesionales (Tutor Sánchez, 2014)

De los cuales se han registrado pocos resultados para estas metas, de los países que conforman la red el cual destaca es España:

- **España:** Los alumnos de 12 a 16 años cursan los últimos años de la escuela secundaria formando parte de la educación obligatoria nacional. En este nivel, la educación en nanotecnología y nanociencia no es una asignatura obligatoria. Los estudiantes de los últimos años de la escuela secundaria siguen un plan de estudios bien definido, pero los profesores tienen la posibilidad de hacer algunos cambios y de esta manera integrar algunos ejemplos cortos y experimentos

Los estudiantes de 16 años ingresan al primer año del Bachillerato, que no es una educación obligatoria. En este nivel, el plan de estudios está más estrictamente definido, ya que los estudiantes deben adquirir un cierto nivel para aprobar un examen de admisión a la universidad. La nanotecnología se aborda como tema en el primer año del bachillerato en capítulos de una asignatura obligatoria denominada Ciencias para el Mundo Contemporáneo. La asignatura es flexible y ofrece varias posibilidades para integrar lecciones relacionadas con la nanociencia y la nanotecnología. (Debry & Lauritse, 2011)

En el resto de países se evidencia que las iniciativas han sido insuficientes y no existe una homogeneidad en las propuestas gubernamentales, las cuales

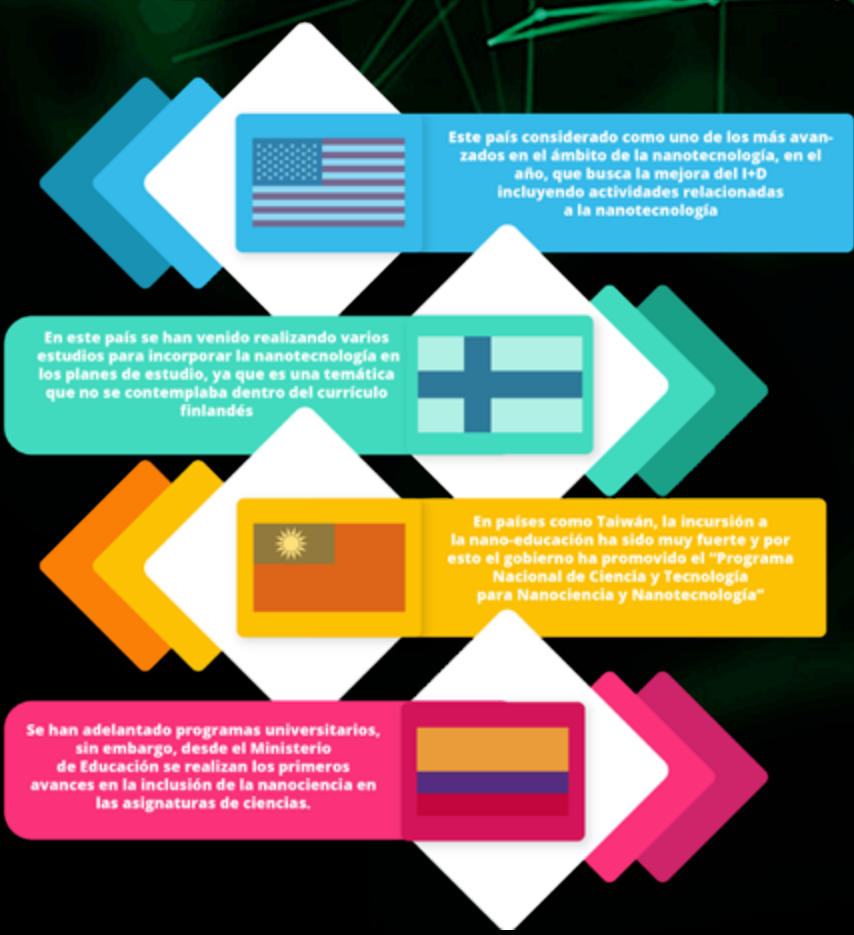
deben apoyar el desarrollo de materiales y capacitación docentes de primaria y secundaria en el área. Por otro lado, se determina que se ha apostado a la creación de estudios en campos de la nanociencia y nanotecnología a nivel universitario, pero como se ha mencionado anteriormente debe haber una formación gradual y procesual.

- **Colombia:** Finalmente, Colombia a pesar de pertenecer a la red de Divulgación y Formación en Nanotecnología, ha aportado muy poco a las metas anteriormente establecidas. Se han adelantado programas universitarios, sin embargo, desde el Ministerio de Educación se realizan los primeros avances en la inclusión de la nanociencia en las asignaturas de ciencias, esto con la proyección de la formación STEAM. Por otro lado, cabe destacar que desde el ámbito

”el docente debe ser formado para la diversidad de los estudiantes y el estudiante a su vez, para responder a la pluralidad de su alrededor”

universitario se han elaborado trabajos de grado enfocados a la enseñanza de la nanotecnología, entre ellos:

- o “Docente-nano”: una alternativa para la divulgación del concepto de nanomateriales en la educación media”, llevado a cabo por la Magister Lady Johana Torres Romero, en pro de la alfabetización científica y tecnológica, aquí se abordan conceptos de nanociencia y nanotecnología, nanomateriales, nanoescala, métodos de observación, nanotoxicología, entre otros. (Torres & Duarte-Ruiz, 2018)
- o La enseñanza de la nanociencia: un acercamiento Mediante Imágenes, llevado a cabo por María del Carmen Snachez Mora, donde se enfoca a la comprensión de las nanoescalas haciendo uso de una exhibición de imágenes provenientes de un museo científico (Sánchez Mora, 2009)
- o El trabajo desarrollado por la Doctora Berta Inés Fajardo y estudiantes de la Universidad Distrital francisco José de Caldas, en pro de la divulgación y formación en nanociencia. (Delgado



Conclusiones

La nanociencia y nanotecnología son disciplinas que han permitido el desarrollo de I+D y economía de la comunidad global, debido a esto se hace necesario que países como Colombia incorporen proyectos en relación a la formación de recurso humano que pueda apropiarse las tendencias mundiales enfocadas al avance científico e investigativo; las cuales deben concen-

tenarse desde los niveles educativos iniciales para cumplir a cabalidad con la alfabetización científica y tecnológica necesaria en la divulgación e innovación en la economía actual.

Así mismo, en el ámbito educativo colombiano se debe plantear el desarrollo de proyectos dentro del aula de cla-

se que permitan relacionar los conceptos de nanociencia y nanotecnología con los estándares requeridos desde el MEN. Durante el 2020 en el Colegio Santo Tomás de Aquino se ha venido realizando un trabajo continuo con estudiantes de grados sexto y séptimo, en el cual la asignatura de Ciencias Naturales (Biología, química y física) facilita la contextualización de conceptos y aplicaciones.

Bibliografía

Alexander, E., Chaparro, R., & Triana, N. M. V. (2012). Ver el mundo INVISIBLE Nanociencia y nanotecnología para estudiantes. Propiedad Pública: Apropiación Social Del Conocimiento. <http://www.propiedadpublica.com.co/ver-el-mundo-invisible-nanociencia-y-nanotecnologia-para-estudiantes/>
Commission, E. (2015). SCIENCE EDUCATION for Responsible Citizenship. Commonwealth of Australia. (2009). Shape of the Australian Curriculum: Science. <http://www.ag.gov.au/cca>.
Comunicaciones, M. de T. de la I. y las. (2020). CONVOCATORIA A DOCENTES DE COLEGIOS OFICIALES PARA CONFORMAR BANCO DE ELEGIBLES – RUTA STEM. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
Debry, M., & Lauritse, X. (2011). School mapping report. https://issuu.com/nanopinion/docs/d_4_1_school_mapping_report_final
Delgado Fajardo, B. I., Chaparro Robayo, E. A., Fontecha Garzón, A., Sánchez Robayo, A. M., González Jurado, Y. A., Rodríguez Castro, C. A., Riaño Ayala, G. L., Velásquez Rojas, M. M., Valiente Triana, N. M., & Martín Samacá, J. A. (2012). Nanociencia. <http://www.propiedadpublica.com.co/nanociencia/>
Empresarial, D. de desarrollo. (2006). Plan Visión Colombia II Centenario 2019.
Goverment, U. . (2008). National Nanotechnology Initiative: Charting the Course for Reauthorization. <http://books.google.com>
House of representatives, subcommittee on research and science education,

committee on science and technology. (2007). Nanotechnology Education. <http://books.google.com>
LUMA. (2013). LUMA Centre Finland. <https://www.luma.fi/en/centre/>
NanoSence. (2007). NanoSense: the basic sense behind nanoscience. <https://nanosense.sri.com/index.html>
Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. (2019). Indicadores de ciencia y tecnología 2019. 1–18.
Outreach, M. E. and P. (2008). A NanoLeap into new science. <http://www2.mcrel.org/NanoLeap/>
Sánchez Mora, M. del C. (2009). La enseñanza de la nanociencia: un acercamiento Mediante Imágenes. 60–79. <https://www.redalyc.org/pdf/4136/413635250004.pdf>
Sung, C.-C. (2011). Effect of nanotechnology instructions on senior high school students. In Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching (Vol. 12, Issue 2).
Technology, N. S. and T. C. C. on, Science, S. on N., & Engineering, and T. (2011). National Nanotechnology Initiative Strategic Plan. <http://www.ostp.gov>.
Torres, Lady, & Duarte-Ruiz, Á. (2018). “Docente-Nano”: una alternativa para la divulgación del concepto de nanomateriales n la educación media. Momento, 81–95.
Tutor Sánchez, J. (2014). Formación En Nanociencia Y Nanotecnología: Un Reto En Iberoamerica. MOMENTO - Revista de Física, 0(46E), 42–53.