

COMPLEJIDAD EDUCACIÓN Y NANOTECNOLOGÍA

FECHA DE RECEPCIÓN: 07-05-24 / FECHA DE ACEPTACIÓN: 11-06-24

Harold Frank Perez Pozo

INGENIERO INDUSTRIAL, INVESTIGADOR CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍA AEROSPAICIAL

Correo electrónico: hfpp303@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8322-543X>

RESUMEN

La presente investigación busca de alguna encaminar una línea de investigación en cuanto a la complejidad y la nanotecnología dentro de las ciencias de la complejidad representan una verdadera revolución del conocimiento. Se puede decir que contienen numerosas teorías, diversidad de modelos explicativos, conceptos, métodos y lógicas, y tratan de responder interrogantes como: ¿Por qué las cosas son o se vuelven complejas? Para que la complejidad pueda emerger, dos ingredientes son necesarios. El primero es un medio irreversible en el que pueden ocurrir eventos: este medio es el tiempo, fluyendo desde el pasado inmediato hacia un futuro que está abierto. La razón por la que se explica lo que aparentemente es obvio es que las leyes tradicionales de movimiento que se usan para describir el comportamiento de la materia en un nivel microscópico no distinguen una dirección del tiempo de la otra. Sin embargo, sabemos que por la tendencia de la nieve a derretirse y de nuestra piel a arrugarse que una dirección preferida de tiempo sobresale al nivel macroscópico. Esta es la famosa paradoja de irreversibilidad que surge de la discontinuidad entre estos dos niveles de descripción¹. El segundo ingrediente esencial es la no-linealidad. Todos estamos familiarizados con sistemas lineales que han sido un pilar fundamental de la ciencia por más de trescientos años. Debido a que uno más uno es igual a dos, podemos predecir que el volumen de agua que fluye de un grifo es duplicado cuando el grifo gotea dos veces más rápido. Los sistemas no-lineales no obedecen estas simples reglas de adición. La irreversibilidad y la no-linealidad caracterizan fenómenos en cada uno de los campos de la ciencia: las marcas en el ala de una mariposa, los puntos en la piel de un jaguar y las oscilaciones de los organismos vivientes, como las palpitations de un corazón, el funcionamiento de las células nerviosas, etc. Otras formas de complejidad caótica, relacionadas, pero más sutiles, también surgen de la no-linealidad: las fluctuaciones

meteorológicas aparentemente aleatorias, las epidemias y la propagación de la información etc. la nanotecnología capaz de diseñar y manipular la materia a nivel de unos cuantos átomos ha aplicado en diferentes áreas, por ejemplo, del transporte público, automóviles entre otros. Hoy en día los nanocompuestos poliméricos han atraído la atención por parte de la industria farmacéutica y médica, industria etc. Principalmente porque estos materiales presentan interesantes propiedades. Los nanocompuestos están constituidos por dos o más componentes en el cual al menos uno de ellos presenta dimensiones nanométricas, y se encuentra disperso dentro de la matriz que puede ser polimérica, mecánica, cuántica etc. A través de enfoques complejos se puede hallar una formación integral como establece Gadott.

La nanotecnología modifica la estructura molecular de los materiales para crear objetos inteligentes. La nanotecnología y su universo microscópico ofrecen posibilidades gigantes para la ciencia y la industria contemporáneas. El uso del control nanotecnológico a escala atómica (la escala de la naturaleza) ha comportado mejoras continuadas en la eficiencia de los sistemas físicos y la extensión de su uso a la biología y otros campos, pero también plantea preguntas existenciales sobre el humano y la máquina.

La nanotecnología es un campo que permite el desarrollo de elementos bastante significativo, en la educación es todo un desafío, ya que permite visualizar un horizonte de posibilidades, que son enmarcadas en el contexto educativo.

Se considera que el sistema de enseñanza flexible, electiva, pero con enfoque sistémico en el campo de la nanotecnología sea versátil y aplicativo y a la vez complejo, con enfoque formativo donde se aplican sistemas complejos en la malla y estructura educativa.

Palabras clave: Complejidad, Nanotecnología, Educación

ABSTRACT

The present research seeks to somehow direct a line of research regarding complexity and nanotechnology within the complexity sciences represent a true revolution of knowledge. It can be said that they contain numerous theories, a diversity of explanatory models, concepts, methods and logic, and try to answer questions such as: Why are things or do they become complex? For complexity to emerge, two ingredients are necessary. The first is an irreversible medium in which events can occur: this medium is time, flowing from the immediate past into a future that is open. The reason for explaining the seemingly obvious is that the traditional laws of motion used to describe the behavior of matter on a microscopic level do not distinguish one direction of time from the other. However, we know from the tendency of snow to melt and our skin to wrinkle that a preferred direction of time stands out at the macroscopic level. This is the famous paradox of irreversibility that arises from the discontinuity between these two levels of description¹. The second

essential ingredient is non-linearity. We are all familiar with linear systems that have been a fundamental pillar of science for more than three hundred years. Because one plus one equals two, we can predict that the volume of water flowing from a faucet is doubled when the faucet drips twice as fast. Nonlinear systems do not obey these simple addition rules. Irreversibility and non-linearity characterize phenomena in each of the fields of science: the marks on the wing of a butterfly, the dots on the skin of a jaguar and the oscillations of living organisms, like the palpitations of a heart, the functioning of nerve cells, etc. Related, but more subtle, forms of chaotic complexity also arise from non-linearity: seemingly random weather fluctuations, epidemics, and the spread of information, etc. Nanotechnology capable of designing and manipulating matter at the level of a few atoms has been applied in different areas, for example, public transportation, automobiles, among others. Nowadays, polymeric nanocomposites have attracted attention from the pharmaceutical and medical industries, etc. Mainly because these materials have interesting properties. Nanocomposites are made up of two or more components in which at least one of them has nanometric dimensions, and is dispersed within the matrix that can be polymeric, mechanical, quantum, etc. Through complex approaches, comprehensive training can be found, as Gadotty establishes.

Nanotechnology modifies the molecular structure of materials to create smart objects. Nanotechnology and its microscopic universe offer gigantic possibilities for contemporary science and industry. The use of nanotechnological control at the atomic scale (the scale of nature) has led to continued improvements in the efficiency of physical systems and the extension of its use to biology and other fields, but it also raises existential questions about human and machine.

Nanotechnology is a field that allows the development of quite significant elements; in education it is quite a challenge, since it allows us to visualize a horizon of possibilities, which are framed in the educational context.

The flexible, elective teaching system, but with a systemic approach in the field of nanotechnology, is considered to be versatile and applicable and at the same time complex, with a training approach where complex systems are applied in the educational mesh and structure.

Keywords: Complexity, Nanotechnology, Education.

1. INTRODUCCIÓN

La nanotecnología tiene muchas aplicaciones en el ámbito general, gracias a un fenómeno físico que se llama pequeña escala (10⁻⁹ mts) en las que ocurre una convergencia sinérgica de la Biotecnología, Tecnologías de la Información, Ciencias del Conocimiento, y la nanotecnología, Para referirse a estos nuevos campos del conocimiento, es más empleado el término operativo de “nanotecnología” que el de “nanociencia” en un sentido de inclusión.

Aunque conceptualmente se puede hacer la diferenciación entre “nanociencia” que se dedica al estudio de las propiedades de los objetos y fenómenos a escala nanométrica, y “nanotecnología” que se ocupa de la manipulación controlada y producción de objetos materiales, instrumentos, estructuras y sistemas a dicha escala.

FIGURA N° 1A (ELECTROSPINING – LABORATORIO DE NANOTECNOLOGÍA EMI – LA PAZ)

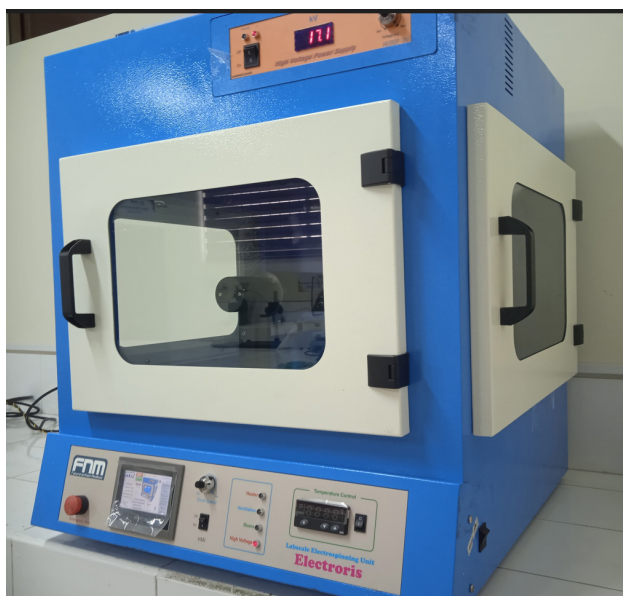


FIGURA N° 1B (EQUIPO DE NANOCOLOIDES – LABORATORIO DE NANOTECNOLOGÍA EMI – LA PAZ)



FUENTE. ELABORACIÓN: PROPIA

Diferentes áreas técnicas de aplicación a que se puede tener acceso en estas tecnologías de punta son : estructuras cuánticas, procesos de nano fabricación, física de la nano escala, química en la nano escala, nano biotecnología, nanopartículas, nano y microelectrónica, óptica y optoelectrónica, nano y micromecánica, nano y micro fluidos, ciencia de las na-

noestructuras, implicaciones sociales y éticas de la nanotecnología, estructuras a escala molecular, estructuras de auto ensamble, electrónica molecular, polímeros, nano cristales, nanocompuestos, bioingeniería, magnetismo, ferro eléctrica , materiales suaves , biofísica, sensores químicos, geología y ciencias de la tierra, entre otras, adicionales a los campos de la neurociencia, educación, psicología, antropología, lo cual representa un amplio margen para que las universidades desarrollen estudios en estas áreas.

El control de la naturaleza a nivel atómico y molecular y la miniaturización de los componentes, que directa o indirectamente hacen funcionar los aparatos que utilizamos, se expresa actualmente en el terreno de las nanociencias y las nanotecnologías. El trabajo de investigación y desarrollo a nanoescala y sus resultados son hoy la expresión quizá más clara, determinante y dinámica del cambio que desde siempre ha causado el conocimiento del mundo —visto inicialmente como ciencia— sobre la sociedad. Los autores, Fernando Sancén y Anita Gramigna comienzan paradigmáticamente con estas palabras y aclaran lo que entienden con el concepto de ciencia a nivel nano (el estudio y la manipulación de la materia en dimensiones atómicas —una milmillonésima parte de un metro) ponen en el centro de la reflexión el vínculo entre ciencia-sociedad en la contemporaneidad. “Vivimos una verdadera revolución, que se concreta en nuevas formas de comprender la naturaleza y en nuevas formas de utilizarla en beneficio del ser humano lo cual está generando cambios radicales en nuestro mundo” (Nacional Science Foundation, 2001).

Dentro el contexto complejo podemos ver que nos adentramos a una era de adelantos significativos, vertiginosos que no marcan compás de espera, por lo cual prevalece en múltiples facetas de tiempo y espacio la complejidad presente en este tipo de desarrollo tecnológico, hablar de complejidad y nanotecnología es adentrarnos en un mundo de constante cambio en el cual lo complejo prevalece mientras la nanotecnología avanza.

Al igual que las ideas y el pensamiento complejo avanzan se disgrega en lo denominado pensamiento complejo, entonces nos adentramos en el paradigma de la complejidad donde existen operaciones lógicas rectoras que denotan principios y reglas las cuales organizan el pensamiento, el conocimiento y la acción que se tiene.

Entonces nos adentramos en el paradigma y vemos que el saber, el poder y la subjetividad están relacionados con la complejidad, lo que trae consigo al nacimiento de una idea que hace que el ser humano profundice sus conocimientos a un nivel de desarrollo de las ciencias y sobre todo de la aplicabilidad de ideas y pensamientos para resolver problemas circunstanciales.

La idea de cambio surge a raíz de las necesidades las cuales no son profundamente desarrolladas por la tecnología convencional y adentra al ser humano a cambiar de pensamiento hacerlo más subjetivo en el desarrollo de la nanotecnología.

FIGURA N°3 NANOCOLOIDES MAKER – LABORATORIO DE NANOTECNOLOGÍA EMI – LA

PAZ)



2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se sabe que una buena formación científica es importante para todos, y no solo para los que vayan a seguir una profesión tecnológica o científica. La ciencia y la tecnología están en todas partes y descubrir de qué modo interviene en nuestra vida diaria puede proporcionar una base excelente para el posterior desarrollo exitoso en la vida. La creencia de que la ciencia y la tecnología sólo son necesarias para los científicos e ingenieros es errónea en el mundo actual basado en las tecnologías avanzadas. En la actualidad, a nivel no universitario, una adecuada formación en Nanotecnología es fundamental para todos los alumnos, cualquiera sea su condición sociocultural, aptitud, interés, capacidad y proyección pre-profesional futura u orientación vocacional. El cumplimiento de este reto iberoamericano hará que nuestra región alcance un importante lugar en la formación en Nanotecnología a nivel preuniversitario, que permita a nuestra región estar a la altura de otros bloques regionales a nivel mundial en dicha formación.

La ética científica como intercesor del progreso de la nanotecnología y de la nano-ética. El progreso humano se regular por el progreso de la ciencia y la tecnología. Esos puntos son importantes entenderlos porque la visión de la nanotecnología es diversa. En vez de analizar los “problemas éticos” concretos y a menudo muy limitados que se han identificado alrededor de la nanotecnología actual, proponemos una investigación y reflexión sobre las

relaciones entre ciencia, tecnología, educación y sociedad tal y como se han estudiado e investigado en los últimos años dentro de la filosofía y sociología de la ciencia y la tecnología, así como en los estudios “CTES” (Ciencia, Tecnología, Educación y Sociedad). Lo que hace falta, es entender y aplicar este conocimiento en el contexto de los retos institucionales que quedan por resolver.

Se puede definir a las pedagogías emergentes como el conjunto de enfoques e ideas pedagógicas, todavía no bien sistematizadas, que surgen alrededor del uso de las TIC en educación y que intentan aprovechar todo su potencial comunicativo, informacional, colaborativo, interactivo, creativo e innovador en el marco de una nueva cultura del aprendizaje. Acordes con las nuevas tendencias educativas y sobre todo las referentes en uso de nuevas formas de educación.

En esta línea, George Veletsianos (2010) ha propuesto recientemente una definición de “tecnologías emergentes”, específica para la educación: “Las tecnologías emergentes son herramientas, conceptos, innovaciones y avances utilizados en diversos contextos educativos al servicio de diversos propósitos relacionados con la educación. Además, propongo que las tecnologías emergentes (“nuevas” y “viejas”) son organismos en evolución que experimentan ciclos de sobre expectativa y, al tiempo que son potencialmente disruptivas, todavía no han sido completamente comprendidas ni tampoco suficientemente investigadas.” (Veletsianos 2010, págs. 3-4) Esta definición, nacida según su autor con la finalidad de guiar “nuestro pensamiento, investigación y práctica” (Veletsianos, 2010, pág. 6), pretende englobar tanto a las herramientas que enmarca el término como las ideas sobre su uso en educación. De acuerdo a estas nuevas formas de educación emergente proponemos que las ideas que configuran esta definición pueden entenderse aplicables tanto al uso de herramientas tecnológicas como a su utilización en procesos de enseñanza/aprendizaje y que un análisis de esas proposiciones análogas referidas a la práctica educativa, y aportando algunas reflexiones más, puede ayudarnos a formular algunas características de las pedagogías emergentes de forma analítica, educativa en el marco de la nanotecnología.

3. CONCLUSIONES

- a. La nanotecnología nos ofrece una serie de ventajas las que nos permiten visualizar mejor el mundo en el cual estamos viviendo.
- b. Los cambios que se presentan en la educación, con el uso de estas nuevas tecnologías nos describen un futuro promisorio y lleno de posibilidades
- c. La educación en nanotecnología tiene sus inicios a mediados del siglo XX, por lo que es considerado muy joven respecto a otros estudios realizados en diferentes campos y áreas, con un aprendizaje en una primera instancia solo para un determinado grupo selecto de participantes, en la actualidad tiene una significancia bastante aceptable

entorno a este tipo de estudio.

- d. La propuesta parte desde diferentes puntos de vista, lo que permite proponer diferentes alternativas de enfoques multidisciplinario esto a raíz de que hoy en día la nanotecnología crece vertiginosamente a pasos adelantados.
- e. La nanotecnología es un área de investigación, así como su aplicación en la fabricación de dispositivos y productos, que estudia las propiedades de los materiales que tienen entre uno y 100 nanómetros de tamaño, en la educación a nivel de formación se realizará una investigación teórica, práctica, pura, exploratoria, descriptiva brindando procesos que brinden coherencia de la investigación y un determinado uso a los instrumentos de la enseñanza en la fundamentación compleja y transdisciplinar.
- f. Es evidente que los cambios producidos a raíz de los nuevos adelantos tecnológicos ocasionan mejor uso de recursos, entonces y en forma compleja se realiza un cambio en la forma de trabajo y facilita de gran manera el uso adecuado de los mismos, donde el papel de la educación se centra en visualizar un paradigma lógico que implica conocimientos empíricos y subjetivos a escala nano.

4. RECOMENDACIONES

- a. Tomar en cuenta los resultados de esta investigación que permite visualizar el futuro en múltiples facetas como ser: desarrollo científico, desarrollo de la educación, posibilidades que ofrece la complejidad para realizar estudios a nivel nano
- b. La presente investigación tiene énfasis en la complejidad presente en diferentes ámbitos del conocimiento humano, por lo cual el desarrollo tecnológico tendrá posibilidades bastante reales que ayuden a realizar cambios trascendentales al mundo en el que actualmente nos movemos.
- c. Se debe considerar el hecho de que la educación en nanotecnología promete un futuro con enfoque en el desarrollo tecnológico en ciencia y tecnología además puede constituirse en base fundamental para el desarrollo de los pueblos esto debido a las múltiples aplicaciones de la nanotecnología tienen a solucionar diversos problemas los cuales se presentan a raíz del manejo óptimo de recursos y la forma de manejo de los mismos.

- [1] I. Kant. "Universal Natural History and Theory of the Heavens" Scottish Academic Press, Edin-

REFERENCIAS

- burg 1981.
- [2] Murray Gell-Mann "The Quark and the Jaguar" Little, Brown, Boston and London 1994.
 - [3] S. Rose, Nature **373** 380 (1995).
 - [4] Goodman, R. P.; Schaap, I. A. T.; Tardin, C. F.; Erben, C. M.; Berry, R. M.; Schmidt, C. F.; Turberfield, A. J. (9 de diciembre de 2005). «Rapid chiral assembly of rigid DNA building blocks for molecular nanofabrication». *Science* 310 (5754):1661-665. Bibcode:2005Sci...310.1661G. ISSN 0036-8075. PMID 16339440. doi:10.1126/science.1120367.
 - [5] National Science Foundation and Department of Commerce of United States of America. 2002. Converging technologies for improving human performance. Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science. Arlington, Virginia. 391 pp. itri.lovote.edu/ConvergingTechnologies/
 - [6] Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ). www.nanosurf.ch/
 - [7] National Science Foundation -NSF- (2001). *Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology*. ([http://itri.loyola.edu/nanojNSET.SocietalImplications](http://itri.loyola.edu/nanojNSET/SocietalImplications))
 - [8] CPM Científica (2002). *Nanotechnology the tiny revolution*. www.dentmea.com
 - [9] José Alberto Alegría Coto, jefe del departamento de desarrollo científico, tecnológico del consejo nacional ciencia y tecnología de El Salvador (CONACYT), la nanotecnología y su impacto en la educación superior universitaria.
 - [10] Fernando Sancén y Anita Gramigna, *La ética frente a las nanociencias y las nanotecnologías*, UAM-Xochimilco, México, 2013.