



Entrelazando conceptos en el aula: materia y propiedad una estrategia innovadora para la enseñanza

Interweaving concepts in the classroom: matter and property an innovative teaching strategy

Miguel Meza

Universidad de Carabobo

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7227-3692>

mmeza3@uc.edu.ve

Carabobo-Venezuela

Juan Rodríguez

Universidad de Carabobo

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5788-5075>

blackneal23@gmail.com

Carabobo-Venezuela

Resumen

Este enfoque pedagógico innovador propone fusionar la enseñanza tradicional de la materia y sus propiedades con los principios fundamentales de la ciencia cuántica. La estrategia busca trascender la visión clásica y presentar a los estudiantes una comprensión más profunda y rica de la realidad a nivel subatómico. Al explorar cómo las partículas cuánticas exhiben comportamientos como la superposición y el entrelazamiento, se pueden ofrecer analogías y modelos que iluminen las propiedades macroscópicas de la materia de una manera novedosa y estimulante. La integración de conceptos cuánticos no pretende una inmersión profunda en la matemática compleja de la Física cuántica, sino más bien utilizar sus ideas centrales como herramientas conceptuales para fomentar la curiosidad y el pensamiento crítico. Se busca que los estudiantes comprendan que las propiedades que observamos a nivel macro tienen su origen en el comportamiento peculiar de las partículas que componen la materia. Esta perspectiva puede revitalizar la enseñanza de temas como la estructura atómica, los enlaces químicos y las propiedades de los materiales, ofreciendo una visión más fundamental y conectada del mundo físico. Al entrelazar estos conceptos, se espera cultivar una apreciación más profunda por la naturaleza intrínsecamente cuántica de la realidad y despertar el interés por la ciencia en general. Bajo la línea de investigación; estado de la materia. Con una metodología eficaz de revisión documental.

Abstract

This innovative pedagogical approach proposes to merge the traditional teaching of the subject and its properties with the fundamental principles of quantum science. The strategy seeks to transcend the classical view and present students with a deeper and richer understanding of reality at the subatomic level. By exploring how quantum particles exhibit behaviors such as superposition and entanglement, analogies and models can be offered that illuminate the macroscopic properties of matter in a novel and stimulating way. The integration of quantum concepts is not intended for a deep dive into the complex mathematics of quantum physics, but rather to use its core ideas as conceptual tools to foster curiosity and critical thinking. The aim is for students to understand that the properties we observe at the macro level have their origin in the peculiar behavior of the particles that make up matter. This perspective can reinvigorate the teaching of topics such as atomic structure, chemical bonds, and the properties of materials, offering a more fundamental and connected view of the physical world. By "interweaving" these concepts, it is hoped to cultivate a deeper appreciation for the intrinsically quantum nature of reality and spark interest in science in general. Under the line of research; State of the matter. With an effective document review methodology.

Palabras clave:

Entrelazando; cuántica; propiedades; enseñanza; innovadora

Keywords:

Entanglement; quantum; properties; teaching; innovative



La materia y sus propiedades

Si observamos a nuestro alrededor vamos a notar que el mundo cambia continuamente, de manera que la materia que lo conforma también cambia. La materia no se crea ni se destruye solo se transforma. Esta conocida frase resume la naturaleza cambiante de la materia, por ejemplo el agua involucrada en el ciclo hidrológico cambia su estado conforme transcurre el ciclo, sin embargo sigue siendo agua. Otro ejemplo es la digestión, en este proceso el cuerpo humano transforma los alimentos en energía que necesitamos para vivir.

Es por ello, las diferentes transformaciones que puede sufrir la materia se clasifican en cambios físicos y cambios químicos. El ciclo hidrológico del agua como un ejemplo de cambio físico, en tanto, la digestión es un ejemplo de cambio químico. Los cambios físicos son aquellos donde la composición de la materia no cambia, de manera que afecta únicamente su forma, volumen, tamaño o posición. Los cambios físicos más conocidos como; dilatación, el aumento del volumen de una porción de materia por acción del incremento de la temperatura, la contracción, la disminución del volumen de un material como consecuencia de la disminución de la temperatura, los cambios de estado, son cambios que sufre la materia al pasar de un estado de agregación a otro.

Asimismo, la evaporización, cambio del estado líquido al estado gaseoso, condensación, paso del estado gaseoso al estado líquido, la fusión, cambio del estado sólido al estado líquido, solidificación, paso del estado líquido al estado sólido, sublimación, cambio del estado sólido al gaseoso sin pasar por el estado líquido, sublimación inversa o deposición: es el cambio del estado gaseoso al sólido sin pasar por el líquido.

Cabe destacar, que los estados de la materia, sólido, líquido y gaseoso, representan manifestaciones fascinantes de como se organiza y comporta la materia a nivel molecular. Cada estado posee características distintivas en cuanto a la disposición y movimiento de sus partículas, lo que determina sus propiedades macroscópicas como

la forma y el volumen. El estado sólido, con sus partículas rígidamente unidas, exhibe una forma y volumen definidos. En contraste, el estado líquido adopta la forma de su recipiente manteniendo un volumen constante, gracias a la mayor libertad de movimiento de sus moléculas. Finalmente, el estado gaseoso se expande para llenar cualquier recipiente, reflejando la casi total independencia de sus partículas. Esta diversidad de estados es fundamental para comprender el mundo que nos rodea, desde la estructura de los materiales hasta los fenómenos atmosféricos.

Asimismo, los cambios físicos y químicos representan las dos maneras principales en que la materia puede transformarse. Los cambios físicos alteran la apariencia de una sustancia, como su forma o estado, pero no modifican su composición química intrínseca. Un ejemplo claro es la fusión del hielo en agua líquida o la evaporación del agua en vapor; en ambos casos, la sustancia sigue siendo agua. Por otro lado, los cambios químicos implican la ruptura y formación de nuevos enlaces entre átomos, dando origen a sustancias con propiedades diferentes. La combustión de la madera, la oxidación de un metal o la cocción de un huevo son ejemplos de transformaciones químicas donde la composición de la materia se altera de manera fundamental.

Así pues, la distinción entre cambios físicos y químicos es crucial para la química y otras ciencias naturales. Comprender si una transformación altera la identidad de una sustancia o simplemente su forma física nos permite predecir y controlar una amplia gama de procesos. Desde la síntesis de nuevos materiales con propiedades específicas hasta la comprensión de las reacciones biológicas que sustentan la vida, el conocimiento de los estados de la materia y sus posibles cambios es una herramienta poderosa para la exploración y la innovación.





Cambios físicos, cambios marinos

El aumento del nivel del mar en la Antártida, producto del deshielo, refiere un ejemplo de cambio físico de la materia. La fotosíntesis es un ejemplo de cambio químico. Los jugos son un ejemplo de cambio físico. A diferencia de otras sustancias, el agua se dilata al convertirse en hielo. Los termómetros funcionan gracias a la dilatación y contracción del material que contienen en su interior, generalmente mercurio. Cuando el bulbo del termómetro entra en contacto con el agua caliente, el mercurio se dilata y asciende por el tubo indicándonos la temperatura.

En cambio, si colocamos el termómetro en el hielo observaremos como el líquido del termómetro se contrae y desciende por el tubo hasta marcar una temperatura menor a 0 °C. La evaporización, la fusión y la sublimación son cambios físicos que necesitan de energía, por ello se los denomina procesos endotérmicos. Por ejemplo, para evaporar el agua de una olla es necesario calentarla, el calor proveniente de la llama es la energía que provoca el cambio de estado.

En tanto, la condensación, la solidificación y la sublimación inversa son cambios donde se libera energía y se los conoce como procesos exotérmicos. Por ejemplo, al colocar agua en un refrigerador se forma el hielo debido a que el agua líquida pierde calor (se enfría) y se solidifica.

En otro orden de ideas, las mezclas como sistemas materiales homogéneos o heterogéneos formados por uno o más componentes que no reaccionan entre sí, por lo cual no hay una transformación en la composición química de los mismos. De ello que, la deformación es el cambio de forma que sufre la materia al ser sometida a una fuerza, un ejemplo de ello es la plastilina, la cual cambia de forma cuando le aplicamos fuerza con nuestras manos. Por su parte, la fragmentación es la división de un material en partes más pequeñas, por ejemplo, cuando se pica en trozos una fruta. Además, el movimiento es el cambio de posición de un cuerpo en un tiempo determinado, ejemplo de este tipo de cambio es el lanzamiento de una pelota.

Por lo tanto, los cambios físicos y marinos de la materia son procesos fascinantes que moldean constantemente nuestro planeta. Desde la evaporación del agua de mar que se eleva para formar nubes hasta la erosión de las costas rocosas por la implacable acción de las olas, son fenómenos que demuestran la naturaleza dinámica de los materiales que componen nuestro mundo. La comprensión de estos cambios para diversas disciplinas, desde la oceanografía y la meteorología hasta la ingeniería costera y la gestión de recursos naturales, es fundamental. Observar cómo la salinidad del océano afecta la densidad del agua o cómo las corrientes marinas transportan calor alrededor del globo revela la intrincada danza de la materia en sus diversas formas.

En otro orden, en el ámbito marino, los cambios físicos adquieren una relevancia particular debido a la vasta extensión de los océanos y su papel fundamental en la regulación del clima global. La fusión del hielo polar, por ejemplo, no solo altera el nivel del mar, sino que también influye en la circulación termohalina, un motor clave de las corrientes oceánicas. Asimismo, los cambios de temperatura del agua afectan la solubilidad de los gases, como el dióxido de carbono, con profundas implicaciones para la acidificación de los océanos y la vida marina. Estos procesos interconectados subrayan la sensibilidad de los ecosistemas marinos a las alteraciones físicas.

Es preciso señalar, que el estudio de los cambios físicos y marinos de la materia nos proporciona una visión más profunda de los procesos naturales que dan forma a nuestro planeta. Al comprender las leyes que rigen estos cambios, podemos anticipar mejor sus efectos y desarrollar estrategias para mitigar los impactos negativos de las actividades humanas. La investigación continua en esta área es esencial para abordar desafíos globales como el cambio climático y la conservación de los ecosistemas marinos, asegurando un futuro sostenible para las generaciones venideras.

Didácticas para la enseñanza y el aprendizaje de Física

Giacosa, Giorgi, Concarila (2015), implementaron experiencias con integración de estrategias didácticas clásicas y recursos tecnológicos con el fin de incentivar el interés de los estudiantes por conocer y hacer física. Se sostiene que el diseño y realización de actividades que favorezcan la observación, la elaboración de conjeturas, la especulación teórica, el registro organizado de información, la interpretación de distintos fenómenos y la aplicación de conocimientos a situaciones nuevas, permite desarrollar habilidades cognitivas y fomentar la capacidad de análisis crítico.

Asimismo, se sostiene que la resolución de problemas, mediante el modelo que reproduce procedimientos propios de la investigación científica, como uno de los medios más valiosos para propiciar aprendizajes significativos. La sociedad contemporánea plantea nuevas demandas y necesidades a las instituciones educativas. Desde la perspectiva del currículum de Física esto supone la incorporación de una dimensión tecnológica que atraviesa la disciplina y que se sustenta en la necesidad de desarrollar en los estudiantes las competencias necesarias que les permitan interactuar con las tecnologías de la información y la comunicación e integrarlas positivamente, como un recurso cultural más, para nuevos aprendizajes.

Es así como, se anhela que la sencillez y fácil reproducción de las actividades presentadas, así como también la posibilidad de utilizar recursos de acceso libre, promueva su implementación en las aulas universitarias. Si algunos de los ejemplos que aquí se mostraron pudieran hacer comprender a los docentes de Física que es posible involucrar a sus estudiantes en actividades que reflejen el carácter de aventura apasionante, de tarea abierta y creativa de la ciencia experimental, el propósito de este trabajo estaría cumplido.

A su vez, la enseñanza y el aprendizaje de la Física a nivel del sistema educativo demandan un enfoque didáctico que trascienda la mera transmisión de información. Las estrategias deben fomentar la comprensión profun-

da, el desarrollo del pensamiento crítico y la capacidad de aplicar los conceptos a situaciones novedosas. Un enfoque centrado en el estudiante, que promueva la participación activa y la construcción del conocimiento a través de la indagación y la experimentación, resulta fundamental. Esto implica alejarse de modelos puramente expositivos y adoptar metodologías que involucren al estudiante en el proceso de aprendizaje, convirtiéndolo en un protagonista activo en la adquisición de los principios físicos.

Así pues, la integración de diversas estrategias didácticas puede enriquecer significativamente la experiencia de aprendizaje en Física universitaria. Por ejemplo, el aprendizaje basado en problemas desafía a los estudiantes a aplicar sus conocimientos para resolver situaciones complejas y realistas, fortaleciendo su capacidad de análisis y síntesis. Las simulaciones interactivas permiten visualizar fenómenos abstractos y experimentar con diferentes variables de manera segura y controlada, facilitando la comprensión intuitiva de conceptos difíciles. Asimismo, el trabajo colaborativo en proyectos fomenta el desarrollo de habilidades de comunicación, argumentación y trabajo en equipo, esenciales en la práctica científica. La incorporación de herramientas tecnológicas, como plataformas virtuales y software especializado, puede ampliar el acceso a recursos, facilitar la retroalimentación y personalizar el aprendizaje.

En su lugar, la efectividad de la enseñanza de la Física radica en la combinación inteligente y flexible de diversas estrategias didácticas que atiendan a los diferentes estilos de aprendizaje y promuevan la construcción activa del conocimiento. La clave reside en crear un ambiente de aprendizaje estimulante, donde la curiosidad sea la fuerza motriz y los estudiantes se sientan empoderados para explorar, cuestionar y aplicar los principios fundamentales de la Física en la comprensión del mundo que les rodea. La evaluación, por su parte, debe ir más allá de la memorización y enfocarse en la comprensión conceptual y la capacidad de resolución de problemas.



Conclusión

El estudio de los estados de la materia, desde el sólido firme hasta el gas etéreo, nos revela la asombrosa versatilidad del universo que habitamos. Cada estado, con sus propiedades macroscópicas distintivas, es en realidad una manifestación de la intrincada danza de sus partículas constituyentes a nivel microscópico. Las fuerzas intermoleculares, la energía cinética y la disposición espacial de estas partículas son los directores de esta sinfonía de la materia, dictando si una sustancia se presenta como un cristal ordenado o un fluido caótico.

Por lo tanto, como la fusión del hielo o la evaporación del agua, nos demuestran la naturaleza dinámica de la materia. Aunque su apariencia cambie, la identidad química de la sustancia permanece intacta. Estos procesos son impulsados por la adición o sustracción de energía, que altera la intensidad de las vibraciones y los movimientos de las moléculas, superando o debilitando las fuerzas que las mantienen unidas en un estado particular.

Por otro lado, los cambios químicos nos introducen a un nivel de transformación más profundo. La formación de nuevas sustancias con propiedades radicalmente diferentes, como la combustión de la madera o la oxidación del hierro, implica la ruptura y la formación de enlaces químicos entre los átomos. Estos procesos alteran la composición misma de la materia, revelando la capacidad de los elementos para combinarse y recombinarse en una miríada de compuestos.

Por consiguiente, esta es la frontera de lo infinitamente pequeño donde la ciencia cuántica nos ofrece una perspectiva aún más reveladora sobre la naturaleza fundamental de la materia. A nivel atómico y subatómico, las partículas no se comportan como pequeñas esferas sólidas, sino más bien como ondas de probabilidad. Sus energías están cuantizadas, lo que significa que solo pueden existir en niveles discretos. Este entendimiento cuántico subyace a la comprensión de los enlaces químicos, las interacciones intermoleculares y, en última instancia, las propiedades macroscópicas de los estados de la materia.

En razón, a la dualidad onda-partícula, el principio de incertidumbre y el entrelazamiento cuántico son conceptos que desafían nuestra intuición clásica, pero que son esenciales para explicar el comportamiento de la materia en su nivel más fundamental. La forma en que los electrones se organizan alrededor de los núcleos atómicos, determinando la reactividad química de un elemento, es un fenómeno inherentemente cuántico. Incluso las fuerzas que mantienen unidos los átomos en las moléculas tienen su origen en las interacciones cuánticas.

Así mismo, la exploración de los estados de la materia y sus transformaciones, desde la perspectiva macroscópica hasta la cuántica, nos ofrece una visión profunda de la naturaleza interconectada y dinámica del universo. Comprender estos principios no solo es fundamental para la ciencia y la tecnología, sino que también alimenta nuestra curiosidad sobre los bloques de construcción fundamentales de la realidad que nos rodea, revelando la danza sutil y poderosa que da forma a todo lo que experimentamos.

Cabe destacar, el fascinante y a menudo contraintuitivo reino de la Física cuántica, donde las estrategias y didácticas tradicionales de enseñanza a menudo se quedan cortas. La naturaleza inherentemente abstracta y probabilística de los fenómenos cuánticos exige un replanteamiento fundamental de cómo introducimos y exploramos estos conceptos con los estudiantes. Ya no basta con la mera transmisión de fórmulas y la resolución de problemas clásicos; se requiere un enfoque que fomente la intuición conceptual y la comprensión profunda de las ideas subyacentes.

En este sentido, la reflexión se centra en la necesidad de incorporar visualizaciones y analogías cuidadosamente seleccionadas. Si bien el mundo cuántico opera bajo reglas distintas a las de nuestra experiencia cotidiana, el uso de modelos visuales, simulaciones interactivas y analogías con sistemas macroscópicos familiares (siempre con las debidas advertencias sobre sus limitaciones) puede servir como un puente inicial hacia la comprensión. Estas herra-



mientas permiten a los estudiantes construir representaciones mentales, aunque imperfectas, de conceptos como la superposición, el entrelazamiento y la cuantización.

Además, la enseñanza de la Física cuántica debe hacer hincapié en el desarrollo del pensamiento crítico y la interpretación de resultados probabilísticos. A diferencia de la Física clásica, donde las predicciones son deterministas, la mecánica cuántica nos habla de probabilidades y distribuciones. Esto requiere que los estudiantes desarrollen la capacidad de analizar datos experimentales, comprender la incertidumbre inherente a las mediciones y formular interpretaciones coherentes dentro del marco probabilístico de la teoría.

Por su parte, la integración de la historia y la filosofía de la ciencia cuántica también juega un papel fundamental. Explorar el desarrollo histórico de las ideas cuánticas, los debates y las controversias que las rodearon y las implicaciones filosóficas sobre la naturaleza de la realidad puede humanizar la ciencia y hacerla más accesible e interesante para los estudiantes. Comprender cómo los científicos llegaron a estas ideas revolucionarias puede inspirar la curiosidad y fomentar una apreciación más profunda de la naturaleza evolutiva del conocimiento científico.

En este contexto, las metodologías activas de aprendizaje, como el aprendizaje basado en problemas, el trabajo colaborativo y la indagación guiada, se vuelven especialmente relevantes. Estas estrategias permiten a los estudiantes participar activamente en la construcción de su propio conocimiento, explorar conceptos a través de la experimentación (ya sea real o simulada) y discutir sus ideas con sus compañeros. Este enfoque no solo mejora la comprensión conceptual, sino que también desarrolla habilidades esenciales como el trabajo en equipo, la comunicación y la resolución de problemas.

En última instancia, la enseñanza efectiva de la Física cuántica requiere un cambio de paradigma en la pedagogía. Debemos pasar de una transmisión pasiva de información a un enfoque centrado en el estudiante que fomente la curiosidad, la exploración activa y el desarrollo de una intuición cuántica en evolución. Al abrazar estrategias

didácticas innovadoras que incorporen visualizaciones, pensamiento crítico, historia de la ciencia y metodologías activas, podemos capacitar a las futuras generaciones de científicos e ingenieros para que exploren y aprovechen el vasto potencial del mundo cuántico.

Referencias

Macho, Ortiz. (2015). *Modelo Estándar de Física de Partículas*. Disponible en: [https://scholar.google.co.ve/scholar?q=Macho,+Ortiz.+\(2015\).&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar](https://scholar.google.co.ve/scholar?q=Macho,+Ortiz.+(2015).&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar).

UCV. *Departamento de Química Física, Conocimiento del Medio en Educación Infantil*. Tema 4: La Materia.

Elbibliote.com. (s.f.). Capítulo 1/Tema 3: *La materia y sus propiedades*. Libro-pedia. (s.f.). Cambios en la materia. Estrategias didácticas para la enseñanza y el aprendizaje de física universitaria.

Giacosa, N., Giorgi, S. y Concari, S. (2015). Estrategias didácticas para la enseñanza y el aprendizaje de física universitaria: algunos ejemplos de integración. Disponible en: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=bLpIRqUAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&citation_for_view=bLpIRqUAAAAJ:738O_yMBCR-sC.

