

## **Dificultades de los estudiantes para el aprendizaje del contenido estructura cristalina de los materiales**

*Roger Chirinos, Ronny Chirinos, Jelvis Chirinos,  
Andreina Rodríguez e Ybis Chirinos*

*Universidad del Zulia. Núcleo Costa Oriental del Lago.  
rogerchirinos@gmail.com*

### **Resumen**

El propósito del estudio fue identificar las dificultades de los estudiantes para el aprendizaje del contenido Estructura Cristalina de los Materiales, en el Programa de Ingeniería Mecánica del Núcleo Costa Oriental del Lago de la Universidad del Zulia. La investigación fue descriptiva, con diseño documental, de campo, transversal y no experimental, presentado una población de 150 estudiantes inscritos y una muestra probabilística de 60. Como técnica de recolección de datos se aplicó un cuestionario y se realizó un análisis cualitativo donde se reveló, que los estudiantes presentaron un grado de conocimiento desde bien-medio hasta regular-medio; concluyéndose que el aprendizaje alcanzado por los mismos no se produjo por un vacío cognitivo, ya que existe algún tipo de asociación, pero no en el sentido de una interacción como en el aprendizaje significativo.

**Palabras clave:** Aprendizaje; materiales; estructura cristalina.

## *Difficulties of students learning content of the materials crystal structure*

### **Abstract**

The purpose of the study was to identify in the students of the mechanical engineering Program from LUZ Costa Oriental del Lago the learning of the crystalline structure of materials. The investigation was descriptive, cross-sectional, with field design no experimental, a population of 150 enrolled students and one show probabilistic of 60. The collection instrument selected was the questionnaire and a qualitative analysis was performed where it is revealed that the students had a degree of knowledge from fine-mid to regular-mid; concluded that learning reached by them was not caused by a cognitive vacuum, as there is some sort of association, but not in the sense of an interaction and significant learning.

**Keywords:** Educational software; learning; crystalline structure

### **Introducción**

Los materiales se han convertido en un eje central para el crecimiento, la prosperidad, seguridad y calidad de vida del hombre, desde los inicios de su historia. La Ciencia e Ingeniería de Materiales es un área crucial para el desarrollo de industrias competitivas, que son la fortaleza de la economía de un país; la solución a muchos de los problemas en la industria se encuentra en la frontera de la investigación en esta área del conocimiento, donde la comunidad científica tiene hoy un entendimiento de la estructura y de las propiedades de los materiales a un nivel no conocido 20 años atrás.

De ahí que las aplicaciones de los materiales sean diversas y los problemas planteados en la práctica involucren profesionales en ingeniería, capaces de diseñar productos facturados y los procesos necesarios para su producción. Sin embargo hay cuatro elementos básicos hacia los cuales deben enfocarse: a) las propiedades que hacen un material interesante para su uso; b) el desempeño o medida de la utilidad del material en condiciones reales de aplicación; c) la estructura cristalina y composición, que incluyen el tipo de átomos y la forma como ellos se ordenan, que determina tanto las propiedades como su desempeño; d) síntesis o procesamiento, a partir de los cuales los arreglos atómicos son alcanzados.

Con relación a la asignatura Ciencia de los Materiales, se ha detectado que esta área del conocimiento para el Ingeniero Mecánico tiene elevada importancia, ya que como profesional no sólo debe adaptarse a los constantes cambios tecnológicos, sino poseer un sólida formación acerca del conocimiento de los materiales, pues el comportamiento de los componentes de los equipos y maquinarias del parque industrial, cualquiera que sea su

aplicación, dependen de la estructura interna del material dada la relación directa entre ella y sus propiedades físicas.

Bajo este contexto surge el presente artículo, el cual aborda las dificultades de los estudiantes del Programa de Ingeniería Mecánica del Núcleo Costa Oriental del Lago de la Universidad del Zulia para el aprendizaje del contenido Estructura Cristalina de los Materiales

## **Propósito general**

Identificar las dificultades de los estudiantes para el aprendizaje del contenido Estructura Cristalina de los Materiales, en el Programa de Ingeniería Mecánica del Núcleo Costa Oriental del Lago de la Universidad del Zulia.

## **Aprendizaje de la estructura cristalina de los materiales**

A continuación se expondrá aspectos relacionados con el aprendizaje, como objeto de enlace para la investigación presentada.

Woolfolk (2011) señala que para un individuo, la experiencia o la práctica conduce a cambios permanentes en sus capacidades. Cuando se hace referencia a la transformación, modificación o cambio en la conducta de un individuo, ocasionado por una experiencia o la ejecución de una actividad, se está definiendo el aprendizaje, que es lo que va a determinar sus apreciaciones y razonamientos, incluyendo esperanzas, aspiraciones y la valorización de las distintas acciones que se presentarán durante el desarrollo de su vida. Es allí donde comienza la verdadera distinción entre el aprendizaje y el crecimiento del ser humano.

Partiendo de esta premisa, se dice que el aprendizaje depende del ambiente en que se desenvuelve el individuo, este fenómeno puede ser variante o estar limitado, ya que también se conoce que el aprendizaje no ocurre en forma natural, sino, que se realiza en condiciones observables y hasta de manera planificada, es decir, las condiciones en que se realice el aprendizaje pueden ser modificadas y reguladas, permitiendo verificar y examinar si el proceso es efectivo a través de métodos científicos.

Al comparar las condiciones en las que se efectúa el aprendizaje, los cambios de conducta generados y sus relaciones, es posible realizar una inferencia de lo aprendido por el individuo, con el objetivo de utilizar el resultado como un indicador de la efectividad del proceso de aprendizaje.

Tomando en consideración lo anteriormente descrito, se puede definir al aprendizaje como un proceso de adquisición, asimilación y producción de conocimientos, habilidades y actitudes, que ocurre cuando el individuo desarrolla sus funciones cerebrales (potencialidades), motivado por alguna necesidad externa o interna. El aprendizaje se expresa en términos de conducta observables que pueden ser nuevas formas de pensar, actuar o

sentir. En este sentido, se puede retomar la hipótesis de que el aprendizaje es la capacidad para resolver problemas nuevos o de operar sobre la realidad para transformarla (Gagné y Briggs, 2001).

En un contexto más amplio, el aprendizaje siempre ocurre cuando la experiencia causa un cambio relativamente permanente en el conocimiento o la conducta de un individuo, puede ser deliberado o involuntario, para mejorar o empeorar (Woolfolk, 2011). Para reforzar estos criterios es necesario analizar algunas corrientes que sustentan el proceso de aprendizaje como son las que se desarrollaran a continuación.

## **Teorías que sustentan el proceso de aprendizaje**

Todas las aproximaciones psicológicas al fenómeno del aprendizaje tienen algo que decir como fundamento para el diseño de ambientes de aprendizaje. Sin embargo, los aportes no necesariamente son convergentes, como no lo es la perspectiva desde la cual se analiza el fenómeno en cada caso, ni los métodos usados para obtener conocimiento. Si existiera una teoría que atendieran todos los aspectos del fenómeno, que abarcara las demás teoría no habría necesidad de estudiar las otras; como tal no es el caso, conviene analizar diferentes aportes.

**Teoría conductista:** desarrollada con el objetivo de lograr una conducta determinada, para lo cual se analizaría el modo de conseguirla. Se concentró en la conducta observable, conduciendo un estudio totalmente empírico de la misma, persiguiendo controlar y predecir esta conducta. De esta teoría se plantaron dos variantes, el denominado conductismo clásico asociado a Watson que influyó aproximadamente hasta 1930 y el neoconductismo, vinculado a un gran número de investigadores. En esta última etapa se puede distinguir el conductismo radical de Skinner y de otros investigadores, que se acercan conceptualmente a los planteamientos de otra gran corriente psicológica constituida por el cognitvismo.

Al respecto, la idea general del conductismo, tiene sus raíces en los trabajos de Watson. Este cambió el foco de la psicología, ya que en principio era considerada predominantemente como el estudio de las experiencias internas o sentimientos a través de métodos subjetivos o introspectivos. Sin embargo, Watson no negaba la existencia de experiencias internas o emociones, pero insistía que estas experiencias no podían ser estudiadas porque eran imposibles de observar. De manera general, los conductistas conciben el aprendizaje como un problema de establecimiento de asociaciones entre situaciones estimulativas y respuestas. El aprendizaje se explica como un proceso que va de lo simple a lo complejo y se subraya la organización de respuestas en tipos de conductas progresivamente más complejas.

A tal efecto, Thorndike, consideró que el aprendizaje son asociaciones que se originan entre las impresiones sensoriales y los impulsos a la acción. Estas asociaciones se llaman conexiones que por medio de un proceso de ensayo y error, las respuestas correctas se van realizando poco a poco y de acuerdo a estímulos apropiados (Bower y Hilgar, 1989).

Otro antecedente del conductismo lo constituye la teoría del condicionamiento clásico de Pavlov quien concibió el aprendizaje como un proceso de condicionamiento partiendo de los reflejos innatos. Watson, a su vez, exige métodos objetivos en el estudio de la conducta, para él, el objetivo fundamental de la psicología debe ser el de la predicción y el control de la conducta (Woolfolk, 2011). Asimismo, el principio fundamental del aprendizaje para Guthrie, es similar al principio de condicionamiento de Watson más que en las leyes de Thorndike, el cual formuló de una forma más general, “una combinación de estímulos que haya acompañado a un movimiento, tiende a repetirse, a seguir seguida por aquel movimiento” (Bower y Hilgar, 1989)

La teoría del aprendizaje de este autor se puede entender en forma sencilla de la siguiente manera: si se hace algo en una situación dada, la próxima vez que estén en esa situación dada, existirá la tendencia de hacer lo mismo nuevamente (Woolfolk, 2011). Este principio, a simple vista parece similar al condicionamiento clásico, pero sin hacer referencia al estímulo incondicionado. Se refiere sólo al hecho de que si una vez se da una respuesta a un estímulo es probable que una respuesta similar siga al estímulo, basta con que éste y la respuesta se den juntos, así se da el aprendizaje.

En resumen, según esta teoría el aprendizaje se plantea como un programa de contingencias de refuerzos que modifiquen la conducta del estudiante, que propone un conocimiento a aprender, concibiendo que el conocimiento se ha adquirido convenientemente si el estudiante es capaz de responder a cuestiones planteadas acerca de este conocimiento. Además si el estudiante responde correctamente se le proporcionan una serie de estímulos positivos para él, si no lo hace correctamente se le dan estímulos negativos o no se le proporciona el positivo. Esta secuencia se repite el número de veces que sea necesario hasta que todas las respuestas estén asimiladas.

Con base a los objetivos planteados por los conductistas, se programa el aprendizaje como una secuencia de pequeños pasos con un gran número de refuerzos y con una alta frecuencia en el planteamiento de los mismos. Se divide el conocimiento en tareas o módulos y el estudiante debe superar cada uno de estos módulos para proseguir con el siguiente. Se definen, así mismo, objetivos operativos y terminales en los que habrá que evaluar al estudiante.

**Teoría cognoscitiva:** los seguidores de la teoría cognitiva definen el aprendizaje como la transformación de la estructura cognoscitiva debida a la captación de relaciones inherentes, que pueden manifestarse en el cambio de la adaptación del organismo a su medio. (Huerta, 2003). Esta teoría está orientada a la construcción del conocimiento partiendo de las ideas previas para la transparencia y reorganización de los mismos en una nueva estructura,

tomando en cuenta la globalidad. Para ellos la importancia del análisis se basa en la percepción, las vivencias y las experiencias en donde se conjugan la actitud y lo cognoscitivo.

Asimismo, esta teoría se basa en la introspección, es decir, en hacer que el cerebro trabaje con ideas críticas, y su atención está dirigida hacia el planteamiento del problema y la toma de decisiones, donde el facilitador provoca en los participantes el interés y la inquietud para resolver problemas.

Por otra parte, Ausubel y otros (citados por Huerta; 2003), destacan que el valor de una experiencia de aprendizaje está determinado por la integración de las estructuras cognoscitivas previas del estudiante, estructuras que condicionan su conducta de adaptación a toda situación nueva. Además, las percepciones, los juicios sobre situaciones e incluso los procedimientos que sigue para resolver problemas dependen directamente de las estructuras cognoscitivas que posea.

En tal sentido, Piaget (citado por Gutiérrez; 1990) considera que aprender significa adquirir información y conocimientos, y que la inteligencia proporciona o es la estructura que sirve de base para el aprendizaje, de esta manera el aprendizaje depende de las experiencias especiales.

**Teoría constructivista:** el constructivismo, es un enfoque pedagógico que explica la forma en que los seres humanos se apropian del conocimiento, ya que se enfatiza en el rol de todo tipo de interacciones para el logro del proceso de aprendizaje. Esta teoría sostiene que el conocimiento no se descubre, se construye; concibiéndose que el estudiante construye su conocimiento, a partir de su propia forma de ser, pensar e interpretar la información, y desde esta perspectiva, el estudiante es un ser responsable que participa activamente en su proceso de aprendizaje.

En esta teoría se distinguen dos factores esenciales en la adquisición de nuevos aprendizajes: una estructura genética particular familiar, que es la predisposición dada por la herencia para adquirir con la mayor facilidad ciertos aprendizajes, y la forma individual de aprender, por ser un proceso adaptativo al ambiente a través del lenguaje.

A este respecto, Piaget (citado por Sagalés, 2001) señala que el aprendizaje es un proceso de construcción activa que no depende tan solo de la simulación externa, sino que está determinado por el grado de desarrollo interno, donde las relaciones sociales favorecen el aprendizaje y la experiencia física es una condición necesaria para que este se produzca

En este orden de ideas, el primer requisito para que se produzca el aprendizaje es la necesidad de la interacción entre el individuo y el ambiente, el segundo presupone que el aprendizaje es un proceso el cual se construye, se hace, se domina, naturalmente cada individuo interactúa según su propio ritmo y sus acciones dependen de éste. Estas experiencias que el individuo obtiene de su interacción con el medio ambiente se transforman en información que se aprende en forma de esquema.

En tal sentido, Piaget (citado por Castillo, 1997) afirma que los esquemas son organizaciones del pensamiento derivadas de las propias actividades del individuo, fundamentalmente, que pueden sufrir modificaciones al combinarse con otros esquemas generándose de esta manera el aprendizaje. Estos esquemas que se amplían como consecuencia de nuevas experiencias son los conceptos y las ideas; lo que se conoce como base conceptual.

Ahora bien, si el individuo está sometido a experiencias en el medio ambiente, se producen dinamismo en la codificación y ampliación de los esquemas; sin embargo éste no afecta la permanencia relativa de estos esquemas en el tiempo, puesto que a través de una instancia mediadora de los procesos de aprendizaje, se va construyendo una red de conocimientos o mapas conceptuales que se organizan significativamente a través de relaciones entre la nueva información y la precedente. Esta instancia mediadora, la psicología genético-cognoscitiva denomina estructura cognoscitiva. El individuo no sólo aprende información (base conceptual) sino que también aprende la forma como adquirir la información (instrumentos y estrategias de pensamiento), es decir, modos de solucionar problemas.

En relación con la adquisición de la información, Ausubel señala, en su teoría del aprendizaje, que la nueva información sólo puede relacionarse significativamente en la estructura cognoscitiva cuando tienen lugar los procesos de organización jerárquica, la descripción y la reconciliación progresiva con el tiempo, el individuo adquiere y desarrolla estrategias de aprendizaje. Esta adquisición es producto del intercambio con el medio que, unido a su estructura cognoscitiva, genera estrategias de pensamiento; así como la solución de problemas.

En torno a esto, el referido autor plantea la clasificación de la información como una estrategia que utiliza el individuo para agrupar en clase a objetos, acontecimientos y personas. Esta categorización tiene la finalidad de hacer equivalentes cosas que se perciben como diferentes, creando relaciones significativas que le permitan al individuo aprender, afianzar y evocar en producciones lógicas los conocimientos, clasificación que requiere de la utilización de ciertos rasgos o atributos del entorno para agrupar los objetos y/o acontecimientos.

Estos rasgos servirán de indicadores para establecer las relaciones significativas en las estructuras cognitivas, en este sentido se presentan dos tipos de atributos: los de criterio y los definitorios. En el mismo orden se plantean tres problemas:

1. Radica como la información externa ya clasificada pueda estar en correspondencia con la forma particular de categorizar que el individuo ha desarrollado a través de su experiencia; si esta correspondencia se establece, el individuo podrá conectar en forma permanente la nueva información en su estructura cognoscitiva.



2. Refiere a la forma de presentar el material de aprendizaje, de manera no arbitraria; al respecto Ausubel y otros (2005), señala que las vías más promisorias para mejorar el aprendizaje consisten en mejorar los materiales de enseñanza e incluyen en ellos los medios.
3. El tercer problema está dirigido al diseño instruccional, puesto que la planificación de los eventos de aprendizaje, desde el punto de vista psicológico implica considerar los factores que influyen en el aprendizaje. Estos factores se analizan desde los estudios de los eventos internos del aprendizaje hasta la construcción lógica del material de aprendizaje.

A partir de este enfoque sobre los contenidos, Piaget (citado por Castillo, 1997) afirma lo siguiente: solo se comprende un fenómeno reconstruyendo las transformaciones de las que se compone y para construir las hay que haber elaborado una estructura de transacciones, es decir, la realidad o nueva información que de manera intencional se transmite al individuo debe ser reconstituida con su carácter interactivo, puesto que el individuo de manera natural modifica las estructuras, permitiendo la realización de nuevos aprendizajes.

Gagné (citado por Bower y Hilgar, 1989), señala que la selección y el empleo de los medios están íntimamente relacionados con la planificación de la instrucción, por lo que propone diversos sistemas de presentación de medios a través de cuatro elementos diferentes: a) Modo sensorial, donde los sentidos son estimulados por el mensaje; b) canal de comunicación, el modo sensorial empleado en la comunicación, tales como el visual, auditivo, entre otros; c) tipo de estímulo como la palabra hablada, la palabra impresa en libro, en pizarras, entre otros; d) el medio propiamente dicho, que él define como un medio físico de comunicación, entre ellos se pueden mencionar libros, instrucción programada, ordenadores, diapositivas.

En cuanto a los eventos internos en el diseño de programas de instrucción para multimedia y/o instrucción asistida por computador, se deben considerar los procesos cognoscitivos, tales como la percepción, representación simbólica y la imaginación, entre otros, que llevan implícito un componente de actividad física, fisiológica o mental; en sí hay una participación activa de exploración, de selección y de organización.

Si el aprendiz se confronta con un material que ha sido estructurado a partir de la consideración de estos eventos, su disposición hacia el aprendizaje se incrementará, puesto que tendrá la oportunidad de "navegar" a través de las redes de información que se ha tenido a partir de la realidad, posibilitándole la selección, exploración y organización del material en función de sus propias expectativas, generando el significado de la información que será percibida como resultado de un descubrimiento o de la resolución de problemas.

Para efectos de este estudio y con base a la metodología para el diseño de un software educativo tipo tutorial interactivo propuesto por el Grupo Enlaces, se tomarán los postulados de la teoría conductista pues construye



el conocimiento o aprendizaje mediante un comportamiento medible como respuesta al estímulo que la originó y la teoría cognoscitivista la cual es objetiva, y asume que el mundo externo es real y en consecuencia la meta de la educación es hacer que el estudiante adquiera respuestas y conocimientos existentes en el entorno.

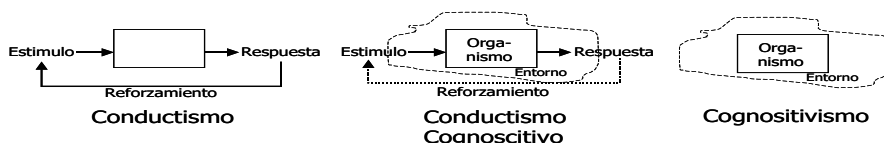


Figura 1. Conductismos - Cognositivismo según A. Galvis.

Fuente: Galvis. (2000)

Así es como, el computador es integrado como una herramienta instruccional y como un medio a través del cual se puede aprender significativamente. Constituye una efectiva oportunidad para el aprendizaje de conceptos y destrezas de procedimiento, así como para estimular el desarrollo cognitivo. Los aspectos tratados de esta teoría permitirán crear un software educativo tipo tutorial interactivo que relacione el mundo real con el aprendizaje, tal como se puede apreciar en la figura 1. Sin embargo, es necesario que el aprendizaje adquirido por el usuario sea significativo en su entorno, enlazado con ideas en las cuales pueda relacionar hechos o circunstancias reales.

## Principios del aprendizaje

En este apartado se presenta de manera no sistemática y sin pretender abarcar la totalidad, algunos principios de la enseñanza y el aprendizaje que caracteriza los enfoques de diversos autores. Muchos de esos principios se aplican al aprendizaje y a la enseñanza en general, pero claramente algunos son en especial importantes en educación, ciencia, y tecnología.

A continuación se exponen algunas ideas básicas que se extraen de ellos y como pueden ser aplicados.

**1. Facilidad del aprendizaje.** Fits y Posner (citado por Prato, 1999), señalan que el aprendizaje se facilita cuando el estudiante:

- Está preparado para ello, es decir, presenta dominio de algunos conocimientos, actitudes y habilidades previas, lo que favorece la comprensión, estableciendo la relación entre su estructura cognoscitiva previa y los nuevos conceptos de un nivel más abstracto (Principio de Comprensión).

- Tiene una idea global de lo que se aprenderá y lo ubica en el contexto (Principio de las Configuraciones Globales).
- Utiliza los diferentes sentidos para recibir la información. No sólo escucha, sino que puede observar y hasta preparar lo percibido (Principio de la Percepción; Principio del Aprendizaje Multisensorial).
- Vincula la nueva información con los conocimientos y experiencias previas (Principio del Aprendizaje Significativo).
- Interpreta la información que está recibiendo y la relaciona con su vida o carrera, (Principio de la Vitalización).
- Obtiene la información de manera gradual y de acuerdo a su ritmo (Principio de la Progresión Gradual del Ritmo en el Aprendizaje).
- Participa de manera activa en el proceso de aprendizaje, ejecutando acciones propias del tipo de aprendizaje que espera obtener (Principio de la Actividad).
- Asume sus errores y se auto recompensa por sus aciertos (Principio de Reforzamiento).
- Usa el resultado de sus evaluaciones para reforzar los aciertos y corregir los errores (Principio de la Retroalimentación).

**2. Enseñanza efectiva.** Para Fesquet (citado por Prato, 1999), el proceso de enseñanza es efectiva cuando el profesor:

- Identifica en el estudiante, cuáles son sus características personales, sus actitudes, conocimientos y habilidades.
- Precisa que es lo que el estudiante debe aprender y lo que se debe hacer para lograrlo.
- Al enseñar, además de utilizar el lenguaje verbal, ilustra lo que dice con dibujos, fotografías, gráficos u otras formas de lenguaje no verbal.
- Coloca al estudiante en contacto con la realidad para que la pueda palpar, manipular o interactuar con ella y relaciona la nueva información con los conocimientos y experiencias previas del estudiante.
- Proporciona al estudiante la adquisición gradual del conocimiento, es decir, va de lo particular a lo general, de lo conocido a lo desconocido, de lo concreto a lo abstracto.
- Promueve la participación activa del estudiante mediante el desarrollo de experiencias de aprendizaje acorde con los objetivos perseguidos.

- Plantea problemas y ejercicios que permiten la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos, así como también, la ejercitación de las habilidades y el cultivo de las actitudes inherentes a los objetivos del aprendizaje.
- Evalúa en forma permanente el aprendizaje, señalando las diferencias, reforzando los aciertos y orientando las actividades de recuperación y/o desarrollo del estudiante.

## **Aprendizaje significativo**

Un aprendizaje es significativo cuando los contenidos son relacionados de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el estudiante ya sabe. Por relación sustancial y no arbitraria se debe entender que las ideas se relacionan con algún aspecto existente específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del estudiante, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una preposición (Ausubel y otros, 2005)

Esto quiere decir que en el proceso educativo, es importante considerar lo que el individuo ya sabe de tal manera que establezca una relación con aquello que deba aprender. Este proceso tiene lugar si el estudiante maneja en su estructura cognitiva conceptos, con los cuales la nueva información puede interactuar.

El aprendizaje significativo ocurre cuando la nueva información “se conecta” con un concepto relevante pre existente en la estructura cognitiva, esto implica que los nuevos conocimientos pueden ser aprendidos significativamente en la medida que otros conocimientos relevantes estén adecuadamente claros y disponibles en la estructura cognitiva del individuo y que funciona como punto de anclaje a las primeras.

La característica más importante del aprendizaje significativo es que, produce una interacción entre los conocimientos más relevantes de la estructura cognitiva y las nuevas informaciones, de tal modo que éstas adquieran un significado y son integradas a la estructura cognitiva de manera no arbitraria y sustancial, favoreciendo la diferenciación, evolución y estabilidad de los subsensores preexistentes y consecuentemente de toda la estructura cognitiva.

## **Aprendizaje por recepción y por descubrimiento**

Todo el aprendizaje en el aula de clases puede ser situado a lo largo de dos dimensiones independientes: la dimensión repetición-aprendizaje significativo y la dimensión recepción-descubrimiento. En el pasado, se generó mucha confusión al considerar axiomáticamente a todo el aprendizaje por recepción (basado en la enseñanza explicativa) como repetición, y a todo el aprendizaje por descubrimiento como significativo; en realidad, los dos tipos de aprendizaje pueden ser significativos.

En el aprendizaje por recepción, el contenido principal de la tarea de aprendizaje se presenta al estudiante en su forma final, sólo se le exige que internalice o incorpore el material (leyes, un poema, un teorema de geometría, entre otros) que se le presenta de tal modo que pueda recuperarlo o reproducirlo en un momento posterior (Ausubel y otros, 2005). En el caso anterior la tarea de aprendizaje no es potencialmente significativa ni tampoco convertida en tal durante el proceso de internalización, por otra parte el aprendizaje por recepción puede ser significativo si la tarea o material potencialmente significativos son comprendidos e interactúan con los subsunsores existentes en la estructura cognitiva previa del estudiante.

De igual manera, en el aprendizaje por descubrimiento, lo que va a ser aprendido no se da en su forma final, sino que debe ser reconstruido por el estudiante antes de ser aprendido e incorporado significativamente en la estructura cognitiva. El aprendizaje por descubrimiento implica que el estudiante debe reordenar la información, integrarla con la estructura cognitiva y reorganizar o transformar la combinación integrada de manera que se produzca el aprendizaje deseado.

Si la condición para que un aprendizaje sea significativo es que la nueva información interactúe con la estructura cognitiva previa y que exista una disposición para ello del que aprende, esto implica que el aprendizaje por descubrimiento no necesariamente es significativo y que el aprendizaje por recepción sea obligatoriamente mecánico. Tanto uno como el otro pueden ser significativo o mecánico, dependiendo de la manera como la nueva información es almacenada en la estructura cognitiva.

Las sesiones de clase están caracterizadas por orientarse hacia el aprendizaje por recepción, esta situación motiva la crítica por parte de aquellos que propician el aprendizaje por descubrimiento, pero desde el punto de vista de la transmisión del conocimiento, es injustificado, pues en ningún estadio de la evolución cognitiva del estudiante, tienen necesariamente que descubrir los contenidos de aprendizaje a fin de que estos sean comprendidos y empleados significativamente.

El método del descubrimiento puede ser especialmente apropiado para ciertos aprendizajes como el aprendizaje de procedimientos científicos para una disciplina en particular, pero para la adquisición de volúmenes grandes de conocimiento es simplemente inoperante e innecesario según Ausubel y otros (2005); por otro lado, el método expositivo puede ser organizado de tal manera que propicie un aprendizaje por recepción significativo y ser más eficiente que cualquier otro método en el proceso de aprendizaje de contenidos a la estructura cognitiva.

Finalmente es necesario considerar lo siguiente: el aprendizaje por recepción, si bien es fenomenológicamente más sencillo que el aprendizaje por descubrimiento, surge paradójicamente ya muy avanzado el desarrollo y especialmente en sus formas verbales más puras logradas, implica un nivel mayor de madurez cognoscitiva (Ausubel y otros, 2005).

## Metodología

La investigación se estructuró bajo un tipo de investigación descriptiva, presentando un diseño: documental, basado en la información bibliográfica del aprendizaje en general; además de campo porque se utilizó el marco poblacional de los estudiantes del Programa de Ingeniería Mecánica con conocimiento en la temática Estructura Cristalina de los Materiales, transversal pues se llevó a cabo en un mismo tiempo específico y no experimental, ya que no se manipulo la variable objeto de estudio.

## Población y muestra

La población estuvo conformada por 150 estudiantes del Programa de Ingeniería Mecánica del Núcleo Costa Oriental del Lago de la Universidad del Zulia, que cursaron la unidad curricular Ciencias de los Materiales, para lo cual se estimó una muestra de 60 estudiantes, aplicando un muestreo aleatorio, probabilístico o al azar.

## Técnica de recolección de datos

La técnica seleccionada fue la encuesta en su modalidad de cuestionario, por ser un instrumento destinado a recolectar la información requerida por los objetivos de una investigación, que consiste en un conjunto de preguntas estructuradas acerca de un tema, aplicado habitualmente por escrito a un determinado número de sujetos (Casanova, 2007). El cuestionario fue del tipo prueba de conocimiento, contando con 33 interrogantes ordenadas en forma aleatoria, estructuradas para emitir dos tipos de respuestas con una sola respuesta correcta o incorrecta, el cual fue validado a través del juicio de expertos, con una confiabilidad de 0.84 determinada mediante el coeficiente de Kuder-Richardson.

Con la prueba se pudo conocer, el grado de aprendizaje o conocimiento alcanzado por los estudiantes acerca del contenido Estructura Cristalina de los Materiales, en lo referido al reconocimiento de materiales por medio de sus características (propiedades), arreglos e imperfecciones cristalinas, problemas de aplicación, entre otros aspectos, con la ayuda del siguiente baremo (cuadro 1):

**Cuadro 1. Escala para medir el grado de conocimiento de los participantes**

<b>GRADO DE CONOCIMIENTO</b>	<b>DEFICIENTE (%) 0,00 – 33,01</b>	<b>REGULAR (%) 33,02 – 66,98</b>	<b>BIEN (%) 66,99 – 100</b>
Alto	21,70 – 33,01	55,67 – 66,98	89,63 – 100,00
Medio	10,38 – 21,69	44,34 – 55,66	78,31 – 89,62
Bajo	0,00 – 10,37	33,02 – 44,33	66,99 – 78,30

Fuente: Acosta (2000)

## **Análisis y discusión de los resultados**

Con la finalidad de identificar las dificultades que presentan los estudiantes en cuanto al aprendizaje del contenido Estructura Cristalina de los Materiales y de esta manera lograr una aproximación de las condiciones reales del universo muestral, se establecieron las siguientes reflexiones:

Para el indicador familia de materiales, el 61.25% de los estudiantes comprende el comportamiento general de los tipos de materiales y sus capacidades o propiedades, por presentar un grado de conocimiento regular-alto para el indicador analizado. Sin embargo, una porción presentó dificultades para identificar las características o propiedades y su relación con la estructura interna (arreglo atómico).

Al respecto Askeland (2012) señala que la estructura y las propiedades determinan la manera de procesar el material para obtener una forma deseada. De ahí que se requiera que en los estudiantes de la asignatura Ciencia de los Materiales, se reoriente el proceso de aprendizaje acerca de los tipos de materiales, pues el ingeniero en su actividad profesional manejará cotidianamente distintos materiales para diseñar, construir componentes o prever el funcionamiento adecuado de cualquier material y su elección, dependerá de las características presentadas por el material seleccionado.

El indicador arreglos atómicos se analizó a través de los sub-indicadores: tipos, celda unitaria e irregularidades atómicas. Para el sub-indicador Tipos, los encuestados presentaron un grado de conocimiento bueno-bajo (75%) relacionado con los conceptos básicos de los arreglos presentes en los materiales. El sub-indicador celda unitaria, donde se definen conceptos como red cristalina, celda unitaria y se caracteriza la red o celda unitaria, fue medido entre el universo muestral con un grado de conocimiento regular-alto (58%), lo cual permite inferir que los estudiantes en general presentan dificultades en la comprensión del arreglo atómico mediante celdas unitarias.

Las variaciones experimentales de los arreglos atómicos fueron analizadas a partir del sub-indicador: irregularidades atómicas, donde la medición efectuada sobre los estudiantes indicó un grado de conocimiento bueno-bajo (75%). Es difícil aseverar que se logró el aprendizaje significativo de este contenido, dada la disparidad entre estos últimos resultados y aquellos del sub-indicador celda unitaria.

Se sugiere reorientar el proceso de aprendizaje, hacia lograr que el participante reconozca el concepto celda unitaria como elemento básico de los arreglos atómicos, en la determinación de la microestructura y del comportamiento de cualquier material sólido, explicando las diferencias en las propiedades mecánicas generales de cualquier material, puesto que las mismas, dependen tanto de la disposición de los átomos como de la fuerza de enlace entre ellos (Anderson, 2002).

En torno al indicador problemas de aplicación, se determinó que para el sub-indicador: características, los estudiantes consultados presentaron dificultades para establecer relaciones derivadas de las características de la celda unitaria tales como la relación parámetro/radio atómico o donde a través de ellas, pudiesen determinar el tipo de estructura cristalina con el conocimiento de relaciones teóricas y artificios matemáticos (despejes). Verificándose con lo señalado en el indicador arreglos atómicos, que debe profundizarse en los estudiantes el aprendizaje de los arreglos atómicos. El grado de conocimiento alcanzado por los estudiantes en el sub-indicador fue regular-alto (53% en promedio de respuestas correctas).

Con respecto al sub-indicador índices de Miller, referido al indicador problemas de aplicación, casi la mitad de la muestra identificó la notación relacionada a la descripción de la dirección de una línea y planos de átomos en una red. No obstante, el grado de conocimiento se ubicó en regular-bajo, infiriéndose dificultades en el establecimiento de la orientación de los sistemas de coordenadas y consideraciones de interés (planos paralelos, posición de una dirección con respecto a un plano) para el cálculo de la referida notación.

Finalmente soportados en Gagné, el aprendizaje adquirido se manifiesta en los resultados y éste, depende de la forma en que se adquirió la información, en los que se evidencia que el estudiante no dio significado a los conocimientos adquiridos. Puesto que en el proceso de orientación del aprendizaje, es de vital importancia conocer la estructura cognitiva del estudiante; no sólo se trata de saber la cantidad de información que posee, sino cuales son los conceptos y proposiciones que maneja.

## **Conclusiones**

La prueba de conocimiento reveló que los estudiantes, no comprenden el arreglo atómico mediante el análisis de la celda unitaria, lo cual dificulta el estudio del comportamiento de cualquier material sólido, ya que no podrán establecer relaciones entre las características y la disposición de los átomos en el mismo. Igualmente cuando se les consultó acerca de la irregularidades atómicas, se observó que el grado de conociendo alcanzado fue superior al relacionado con el del arreglo atómico, lo que pudiera inferir que no existen las condiciones para un aprendizaje significativo de este último contenido.

De igual manera se detectaron debilidades a la hora de resolver los problemas de aplicación, pues pocos participantes vincularon la teoría para la ejecución de los mismos, revelándose que no son capaces de relacionar los contenidos nuevos con los ya adquiridos.

Quedando evidenciado de ésta manera, que el aprendizaje alcanzado por los estudiantes no se produjo por un vacío cognitivo, puesto que debe existir algún tipo de asociación, pero no en el sentido de una interacción como en el aprendizaje significativo. En todo caso debe reorientarse el proceso de aprendizaje de la temática Estructura Cristalina, con el propósito que el



participante no solo aprenda la información, sino que aprenda la forma de adquirir la misma.

## Referencias bibliográficas

Acosta, D. (2002). Software educativo para el aprendizaje autodirigido de los enfoques epistemológicos y sus respectivas secuencias operativas de la investigación. Tesis de maestría. Universidad Rafael Belloso Chacín, Maracaibo, Venezuela.

Ausubel, D.P., Novak, J.D. y H. Hasenian (2005). Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. México. Editorial Trillas.

Anderson J. (2002). Ciencia de los materiales. 2da edición. Editorial Limusa, México.

Askeland, D. (2012). Ciencia e ingeniería de los materiales. Editorial Internacional Thomson, 6ta edición, México.

Bower, G. y Hilgard, E. (1989). Teorías del aprendizaje. Editorial Trillas, 4ta edición, México.

Casanova, M. (2007). Manual de evaluación educativa. Editorial La Muralla, España.

Castillo, M. (1997). Las condiciones de aprendizaje. Editorial Interamericana, S.A., México.

Gagné, R. y Briggs, L. (2001). La planificación de la enseñanza, sus principios. Editorial Trillas, México.

Galvis, A. (2000). Ingeniería de software educativo. Ediciones Uniandes. Colombia.

Gutiérrez L., (1990). Metodología para la enseñanza de la matemática. Manual del estudiante. Editorial UPEL, Venezuela.

Huerta, J. (2003). Organización lógica de las experiencias de aprendizaje. Editorial Trillas, México.

Prato, M. (1999). Desarrollo de un tutorial en geografía de Venezuela para los alumnos de la segunda etapa de estudios básicos (Caso: Escuela Básica Marco Tulio Andrade). Trabajo de maestría. Universidad Rafael Belloso Chacín, Venezuela.

Sagalés, P. (2001). Teorías constructivistas según Jean Piaget. [Información en línea] [Consulta, mayo 2013]

Woolfolk, A. (2011). Psicología educativa. Editorial Prentice - Hall Hispanoamericana, 6ta Edición, México.



UNIVERSIDAD  
DEL ZULIA

---

 **mpacto** *Científico*

Revista Arbitrada Venezolana  
del Núcleo LUZ-Costa Oriental del Lago

Vol. 10. N°2 \_\_\_\_\_

*Esta revista fue editada en formato digital y publicada  
en diciembre de 2015, por el **Fondo Editorial Serbiluz,**  
**Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela***

[www.luz.edu.ve](http://www.luz.edu.ve)  
[www.serbi.luz.edu.ve](http://www.serbi.luz.edu.ve)  
[produccioncientifica.luz.edu.ve](http://produccioncientifica.luz.edu.ve)