



DIDÁCTICA DE LA FÍSICA: UNA MIRADA DESDE EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

*Quyc tyugo chibchichuas muysca huc chibgasquanan: chica yn
aguequa ipquabe chichichua bohoza chibsunsucan*



ORCID: 0000-0002-3630-5442

Andrea Estefanía Ulloa Cataño
andreaulloa19@gmail.com

Licenciada en Física
Universidad Pedagógica Nacional

Magister en Educación
Universidad Militar Nueva Granada – Cajicá

Docente de Matemáticas
Institución Educativa José Joaquín Casas



Resumen

- El presente ensayo resalta los aportes realizados por el psicólogo educativo David Paul Ausubel y su teoría cognitiva denominada *aprendizaje significativo*. A partir de una reflexión sobre la didáctica aplicada a la física, se evidencia que aprender los conceptos, teorías y dinámicas complejas de la física contemporánea acarrea ciertas dificultades para algunos estudiantes de educación media, quienes en su mayoría no logran conectar de forma práctica los contenidos conceptuales de esta área con su vida cotidiana. Este fenómeno ha generado numerosas líneas de investigación que se centran en buscar diversas propuestas metodológicas y técnicas de enseñanza de la física que ayuden a los estudiantes a superar dichas dificultades.

Palabras clave: *enseñanza-aprendizaje significativo, física contemporánea, conductismo, didáctica, evaluación.*

Abstract

This essay highlights the contributions made by the educational psychologist David Paul Ausubel and his cognitive theory called *meaningful learning*. By means of a reflection on the didactics applied to physics, it is perceived that learning the concepts, theories and complex dynamics of contemporary physics entails certain difficulties for some students of secondary school as they are unable to connect the content of the concepts with their practical life. This educational phenomenon has generated numerous lines of research that focus on finding new methodological proposals and techniques for teaching physics in order to help students overcome these difficulties.

Keywords: *significant teaching-learning, contemporary physics, behaviorism, didactics, evaluation.*

Résumé

Cet essai met en lumière les apports du psychologue scolaire David Paul Ausubel et sa théorie cognitive appelée *apprentissage significatif*. Au moyen d'une réflexion sur la didactique appliquée à la physique, on s'aperçoit que l'apprentissage des concepts, des théories et des dynamiques complexes de la physique contemporaine comporte quelques difficultés pour certains élèves du secondaire car ils ne sont pas tout à fait en capacité de relier les concepts à leur application pratique dans la vie du quotidien. Ce phénomène pédagogique a généré de nombreuses lignes de recherche dédiées à trouver de nouvelles propositions méthodologiques et techniques d'enseignement de la physique afin d'aider les élèves à surmonter lesdites difficultés.

Mots-clés: *enseignement-apprentissage significatif, physique contemporaine, comportementalisme, didactique, évaluation*



Introducción



Dentro de las denominadas ciencias básicas, la Física y su estudio se presenta en la escuela de manera fundamental, ya que sirve de base a otras ciencias y disciplinas en mayor o menor grado, dependiendo el caso. Su enseñanza está inmersa desde la básica primaria, por ejemplo, con las temáticas relacionadas con palancas simples o el uso de imanes; pasa por básica secundaria y media, donde cada escenario locativo cuenta con su propio plan de estudio y abarca diferentes ramas de estudio: mecánica clásica, electricidad, magnetismo, óptica, mecánica de fluidos y termodinámica; y dependiendo del ámbito profesional, se encontrará involucrada en varias áreas del conocimiento. Sin embargo, y quizás con más frecuencia en los últimos tiempos, al comentar con otros colegas docentes de igual y de diferentes áreas, se encuentran criterios desfavorables acerca de un aumento del número de estudiantes que encuentran dificultades para integrar los contenidos del área de física satisfactoriamente, o peor aún, no están motivados a estudiarla ni como contenido escolar, ni en niveles superiores.

Además de la falta de innovación y/o planeación por parte de los docentes, desmotivación y desinterés de los mismos, pérdida de identidad en el currículo y, dependiendo del contexto, como por ejemplo malas condiciones laborales, se evidencia en los distintos ambientes estudiantes apáticos al aprendizaje de las ciencias, debido a que no encuentran una conexión directa de la comprensión de la naturaleza en su vida práctica. Específicamente la enseñanza de la física en el marco de la educación actual estimula el aprendizaje mecánico de contenidos, incluso desactualizados y de modo desarticulado. En pleno siglo XXI los contenidos que se enseñan en educación media no logran superar los aportes más significativos realizados a esta ciencia hasta siglo XIX. En 1687 *Isaac Newton* publicó los *Philosophiæ naturalis principia mathematica (Principios Matemáticos de la Naturaleza)*¹, una obra que describe las leyes fundamentales de la dinámica², obra cumbre de la Física, y hoy en día se enseña haciendo uso de las mismas herramientas gráficas empleadas por el autor en esa época (planos inclinados), dejando de lado del currículo temas centrales en investigación de la Física Contemporánea, como: cuántica, termodinámica, astrofísica, cosmología, entre otros.

Desde los años setenta diferentes modelos educativos, basados en la psicopedagogía, destacan la importancia de un proceso de enseñanza-aprendizaje enfocado en el estudiante, que tenga en cuenta tanto los pensamientos, como los sentimientos, las emociones e interacciones (enfoques humanistas) o se basan en construcciones mentales (enfoques constructivistas). La enseñanza de la Física Contemporánea en educación media, en muchos casos y ambientes educativos, sigue centrándose en el docente y no en trabajo del discente. Más aún, se preconiza un modelo catedrático, nomológico, que no relaciona las categorías o conceptos lógicos con las vivencias y mucho menos forma a los estudiantes para dar solución a los problemas o a dar respuestas a un examen con respuestas correctas en intercambio de cuestionamientos críticos. Y es aquí donde se percibe que el alumno rompe el vínculo de su naturaleza, de sus vivencias, sus valores y al mismo tiempo su vinculación emocional con la cátedra de Física.



¹ Obra publicada por Isaac Newton el 5 de julio de 1687 a instancias de su amigo Edmund Halley, donde recoge sus descubrimientos en mecánica y cálculo matemático. Este trabajo marcó un punto de inflexión en la historia de la ciencia y es considerada, por muchos, como la obra científica más importante de la historia de la física y las matemáticas.

² La dinámica es la rama de la física que describe la evolución en el tiempo de un sistema físico en relación con los motivos o causas que provocan los cambios de estado físico y/o estado de movimiento.

Aprendizaje por transformación significativa

La tesis principal de Ausubel es que aprendemos lo que ya conocemos, es decir: aprender es reconocer lo ya conocido. El aprendizaje responde a la construcción de una red de conceptos científicos, donde el estudiante organiza cognitivamente la información. Ausubel toma como ayuda únicamente dos clases de anclajes: proposiciones y conceptos científicos (Zubiría & Martínez, 2004), y a partir de esto, el estudiante mismo es quien organiza sus conocimientos previos, relacionándolos con aprendizajes y construcciones mentales nuevas. Se trata de una reacomodación de estructuras mentales nuevas con antiguas para que se produzca el efecto del aprendizaje significativo.

Las proposiciones son oraciones con sentido lógico y a las cuales se les puede asignar un valor de verdad (verdadero o falso), mientras que un concepto es una unidad elaborada a partir de una construcción mental, que permite darle sentido cognitivo y emocional de la interpretación de nuestras experiencias. Para entender la diferencia, miremos un ejemplo desde la Física. Una proposición basada en la experiencia de un estudiante podría ser: *los carros se mueven más rápido que las personas*, es una oración que posee un valor de verdad, podría ser: *verdadera* en el caso que todos nos imaginamos que la velocidad promedio de un automóvil supera la velocidad de una persona caminando, pero esta proposición también podría adquirir un valor de verdad *falso*, suponiendo que la persona que estuviera analizando la proposición fuera el célebre físico del siglo XX *Albert Einstein*, padre de la relatividad general; su valor de verdad para esta proposición sería, quizás *falso*, ya que para él, el marco inercial³ depende del observador y no del objeto de estudio, por ello podría afirmar que el conductor se encuentra en estado de reposo (según el marco inercial) y la persona que está caminando por la calle, posee una velocidad mayor (para este caso negativa). A partir de esta proposición, y por medio de una didáctica constructivista, se podría llegar al constructo de los conceptos científicos de: *velocidad, aceleración, tiempo, entre otros*.

Precisamente es lo que pretende Ausubel con su teoría de aprendizaje significativo, por medio de estos instrumentos cognoscitivos: proposiciones (ideas subordinadas e isoordinadas) llegar al enlace y construcción de conceptos (ideas supraordinadas), contrastándolos de forma inductiva con su propia naturaleza, basándose en sus ideas primitivas, como conectores a los conceptos científicos de la nueva estructura. Según Ausubel, un aprendizaje resulta siendo significativo, cuando los contenidos son relacionados de modo no arbitrario y sustancial (y 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 alumno, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición”* (Ausubel, Novak, & Hanesian, 1983)

Desde los finales del XIX y principios del siglo XX, fue el inicio del paradigma educativo de tipo conductista (Lazo, 2009), donde la función de la escuela consistía en condicionar al estudiante para que generara “conocimiento” de forma memorística, mnemotécnica o mecánica, con el propósito de recitar exactamente lo que el docente quería escuchar, con una evaluación de tipo recompensa-premio y sanción-castigo, bajo el principio acción/reacción de estímulos frente a respuestas primarias. Dentro de los principales autores del behaviorismo en la educación encontramos a *Burrhus Frederic Skinner (1904-1990)*. La idea clave del conductismo skinneriano se aplica a un comportamiento que es controlado bajo el principio causa efecto; es decir, cada causa tiene sus consecuencias y éstas pueden ser controladas reactivamente. Cuando la respuesta a un determinado estímulo resulta favorable ante el sujeto, él tenderá a dar la misma respuesta cuando el mismo estímulo le sea presentado otra vez, y siempre se va a repetir tal rutina hasta que se aprende el condicionamiento y la conducta genera la costumbre. Cuando aumenta la frecuencia de una respuesta favorable en función de la consecuencia, se dice que dicha consecuencia es un reforzador positivo y que el sujeto está condicionado. (Pellón, 2013)



³ Se entiende por marco inercial al punto por el cual trazamos nuestro sistema de coordenadas y se puede encontrar fijo (reposo) o con velocidad constante, con referencia a otro marco inercial. Un ejemplo de un marco inercial es la tierra, visto desde el espacio, se evidencia que tiene un movimiento rotacional, pero desde un marco inercial interno, para nosotros, la Tierra se encuentra en estado de reposo, debido a que el movimiento rotacional es una velocidad constante.

Más adelante en la tercera década del siglo XX surge el paradigma constructivista, que revolucionó a la educación y la psicología misma, dentro de sus principales autores y fundadores, se destacan: *Jean William Fritz Piaget (1896-1980)* con su epistemología genética y *Lev Semiónovich Vygotsky (1896-1934)* con la teoría de adquisición del lenguaje; los cuales proponen un modelo educativo dinámico, que por medio de una construcción mental del discente, lo que busca es enseñarle a pensar, desarrollando un conjunto de habilidades cognitivas y críticas, las cuales les permiten optimizar sus procesos de razonamiento. Es por esto que se basan en una didáctica de tipo cognitiva, que pretende animar a los estudiantes a tomar conciencia de sus propios procesos mentales y estrategias de enlace (meta-cognición), para poder aplicarlos desde su propia experiencia y hacia la vida misma. (Aparicio Gomez & Ostios Ortiz, 2018)

Una de las características de la enseñanza constructivista, es generar el conocimiento como producto de una construcción personal (guiado por el docente), donde cada nueva información es asimilada y organizada mediante una red de conocimientos prácticos, y se convierte en un proceso subjetivo, el cual se va modificando constantemente a la luz de las propias experiencias.

La teoría significativa de Ausubel, encajó a la perfección en este paradigma, debido a que se fundamenta en la relación de experiencias previas del estudiante, por medio de construcciones mentales, transformando las ideas en conocimiento significativo para el sujeto y produciendo una retención más duradera de la información. A diferencia del conductismo de Skinneriano, que no resulta ser nada significativo para el discente, porque solo se pretendía recitar y memorizar significados los cuales no eran representativos para el sujeto.

En esta medida el aprendizaje significativo, procura que el estudiante comprenda la naturaleza de cada contenido, creando redes conceptuales y proposicionales, genera una orientación en el proceso de construcción y reconstrucción de los conceptos netamente naturales y evalúa el grado de integración de los conceptos científicos en la nueva estructura.

Así, más que un simple proceso de *copiado* de contenidos, la teoría de Ausubel pretende enlazar ideas previas, con conceptos científicos nuevos.

El propósito del aprendizaje significativo es capturar el significado de los conceptos básicos de la ciencia, como resultado de contrastarlos con los conceptos naturales (naciones) de la realidad del mundo físico, subjetivo y cultural, adquiridos en el transcurso de la vida, y lograr así una reestructuración cognoscitiva (Zubiría & Martínez, 2004, pág. 168)

Por consecuencia, la interacción cognitiva entre los nuevos conocimientos adquiridos y los que ya reconocía el sujeto, resulta siendo la clave fundamental de esta metodología. En dicha interacción, el docente se convierte en un sujeto directivo, el cual se encarga de motivar los instrumentos cognoscitivos previos (proposiciones) con unas ideas supraordinadas, denominadas conceptos. Por lo tanto, mantiene una actitud de liderazgo y autoridad, ya que debe dominar el arte de exponer sus propias redes de conocimientos, para poder ayudar a encaminar al estudiante en la construcción del aprendizaje. Para Ausubel es necesario contar con un organizador previo, el cual sirva de puente entre lo que el



alumno ya conoce y lo que pretende conocer, y el rol del docente es generar la conexión de esta estructura, por medio de su discurso. (Ausubel D., 1963)

Desde el ámbito de la física resulta mucho más apasionante y a la vez recursivo aplicar esta metodología *Ausubeliana*, debido a que se puede generar estas redes del conocimiento, por medio de las concepciones naturales del sujeto y de su entorno; e influyendo de la misma forma en sus ideas de anclaje. Por tal razón, estaríamos en la posición de preguntar y argumentar ¿Para qué se aprende física, como asignatura básica?, donde los mismos estudiantes generarán de forma crítica las razones, debido a que el conocimiento adquirido será relevante y de alguna manera, estará vinculado a su cotidianidad y a su propia praxis.

Es importante para el estudiante la comprensión de la esencia del conocimiento científico, que en el caso de las ciencias básicas, proviene tanto de pequeños, como de grandes e importantes descubrimientos realizados por cada uno de los científicos e investigadores en cada una de las áreas de la ciencia. Toma entonces su lugar el aprendizaje significativo, donde cabe resaltar que aunque cada individuo construye sus conocimientos por sí mismo, este proceso no puede desprenderse de un contexto social. Cada una de las nuevas ideas aprendidas necesitan ser viables, es decir, útil para un individuo o grupo de individuos (comunidad) y poder generar aportes científicos a la sociedad.

Es relevante puntualizar hasta aquí, que el aprendizaje significativo emplea una didáctica de tipo cognitiva, y lo que pretende es la construcción de nueva información, por medio de un proceso el cual almacena nuevas ideas relacionadas a una estructura cognitiva, organizando dicha información por medio de un ordenador gráfico, por ejemplo, un mapa mental. Pero en el área de las ciencias básicas y específicamente en la Física ¿Cómo podemos aplicar esta didáctica en el aula? Es una pregunta que se puede responder basándose en ciertos criterios, que se describen a continuación:

1- La actitud inductiva del docente

Desde una perspectiva Ausubeliana el docente se puede definir como *inductivo*, donde lidera un proceso de reconstrucción conceptual del sujeto, y su función esencial es lograr la conexión entre los conocimientos previos con los adquiridos. Por lo tanto, requiere de una actitud dirigente ante los cuestionamientos que surjan durante el desarrollo de las clases. Cabe resaltar que desde la Física, se requiere también mantener una actitud cognoscente por parte del docente, ya que los procesos de abstracción desde esta ciencia son relevantes, y se puede caer en el error de confundir al sujeto con conceptos técnicos y romper la red cognitiva, perdiendo el significado del aprendizaje.

Si el docente necesita llegar a la enseñanza de un concepto abstracto, por ejemplo: *energía cinética*, debe buscar la forma de relacionar este concepto, con las ideas primarias que posea el estudiante acerca de esta concepción. Puede generar sus formulaciones en los estudiantes acerca de: *movimiento, masa, velocidad, etc...* que son ideas primarias que los estudiantes ya manejan desde su experiencia misma. Este tipo de enlaces los logra ejerciendo un

liderazgo de tipo instrumental, donde su principal preocupación es la labor que realiza dentro del aula con sus estudiantes para incorporar el aprendizaje en su estructura previa. (Novak J. , 1998)

Cabe mencionar que desde el aprendizaje significativo, el docente no puede dejar a sus estudiantes solos en la búsqueda del conocimiento, a diferencia de otras propuestas didácticas también de corte constructivista, donde el docente solo acompaña al estudiante en su creación mental. Es el caso del *aprendizaje basado en problemas*⁴, donde el docente es medidor afiliativo y cultural entre el saber del estudiante y el conocimiento, concebido como tradición intelectual-social. (Zubiría & Martínez, 2004). Debido a esto, desde una didáctica Ausubeliana, a pesar que el aprendizaje está enfocado desde y hacia el alumno, el rol del docente es la columna vertebral del aprendizaje, porque es quien acompaña y guía el proceso de las conexiones conceptuales.

Para que los estudiantes logren un proceso de inclusión y supra-ordinación de los conceptos primarios con las nuevas ideas cognitivas, debe:



Figura 1 - Proceso del docente en el aula, desde el aprendizaje significativo.
Fuente: Elaborado propia

Partiendo desde la *indagación* el docente reconoce cada una de las ideas previas con las que el estudiante llega al aula de clase y se genera una idea de la estructura cognitiva en la que se encuentra el sujeto. Luego de reconocer sus ideas primarias, las *selecciona* y organiza por medio de instrumentos: mapas mentales o conceptuales, utilizando proposiciones o conceptos que son significativos; los estudiantes desde este paso comienzan a reconstruir su red. Para no generar confusiones es necesario un paso donde el profesor exponga su propia red de conocimiento a los estudiantes, jerarquizando desde los conceptos más inclusivos hasta los más específicos, en este punto es donde se involucra también el trabajo experimental, que para el caso de la Física se convierte en eje fundamental de su enseñanza. Las prácticas experimentales también ayudarán al estudiante a acercarse más al constructo desde la experiencia.

Finalmente, luego de establecer la red conceptual en los sujetos, es necesario una evaluación, esta se hace de tipo *interrogativa*, con el fin de comprobar por medio de la sustentación (ojalá de tipo oral) como se evidencia la estructura de la red generada en el estudiante.

2- La actitud performativa del discente

Para lograr la reestructuración constante de una red de conocimientos, el estudiante tiene que permanecer con una actitud receptiva y participativa, performativa; con esto se espera que ellos mismos hagan conciencia de sus errores y a la vez, evalúen su propio proceso.

En primer lugar, los estudiantes son motivados por potentes actitudes cognitivas, pues deben realizar complejas operaciones de abstracción para lograr diferenciar los conceptos más específicos de su matriz original, que son los conceptos más generales donde los primeros están inmersos. (Zubiría & Martínez, 2004, pág. 159).

El estudiante requiere estar en constante dinamismo, que le permita motivarse a la adquisición de nuevos saberes y esto lo logra estando en sintonía con su docente. Cada contenido exige una elaboración por parte del sujeto, por lo que requiere sentirse cómodo con el proceso de aprendizaje, y desarrollar competencias de trabajo en equipo, locución y dialéctica, pues necesita expresar y sustentar sus ideas, para poderlas infundir y reutilizar en otras situaciones. O mejor aún, en la creación de nuevas redes conceptuales.

⁴ Aprendizaje basado en problemas (ABP), puede definirse como un proceso de indagación que resuelve preguntas, curiosidades, dudas e incertidumbres sobre fenómenos complejos de la vida. Es un método docente basado en el estudiante como protagonista de su propio aprendizaje, donde la indagación por el alumno es una parte importante del ABP y que guiará el proceso del aprendizaje.

Para generar una reestructuración cognitiva constante por medio del proceso de aprendizaje significativo, debe trazar la siguiente ruta:



Figura 2 - Proceso del discente en el aula, desde el aprendizaje significativo
Fuente: Elaboración propia

Seguidamente que el docente realice el proceso de indagación a sus estudiantes, estos se ven en la tarea de comenzar a *distinguir*, cada uno de sus pre-saberes y comenzar a relacionarlos con lo que el docente propone, esto lo logran con ayuda de las herramientas meta-cognitivas (proposiciones y conceptos) que encuentren en su estructura mental, con el fin de comenzar a *organizar* las ideas en su nueva red de conocimientos.

Partiendo de una propuesta experimental o desde sus propios saberes el docente aclara y formula dicha organización, y es donde el sujeto comienza a *introducir* contenido conceptual, y de esta forma reestructura su red cognitiva y proposicional. Al incluir estas nuevas construcciones, el objetivo es que se generen de manera significativa y posteriormente sirvan también como ideas de anclaje para nuevos conocimientos, o lo que es mejor, que puedan emplear lo aprendido en su vida. El estudiante tiene una actitud investigativa constante, por lo que está retroalimentándose desde otras fuentes y de esta manera comprueba que su red de aprendizaje haya generado impacto para su cotidianidad. Por

medio de una participación activa, es capaz de explicar principios, leyes, problemas y contenidos (ecuaciones, para el caso de la física), *sustentando* a sus compañeros y a su docente, desde una posición personal, apropiándose con motivación y confianza.

3- Grandes desafíos en la clase de Física

Empleando una didáctica desde el aprendizaje significativo, se espera que el docente reconozca en los estudiantes sus destrezas, habilidades, hábitos y valores adquiridos, para que los empleen en situaciones que se presentan dentro y fuera del contexto educativo, y que ellos sean conscientes del aprendizaje y la organización del conocimiento, por medio de enlaces entre información previa (la cual ya se encuentra fuertemente estructurada en su intelecto) con la nueva información que se logra desde el aula de clase y desde su propia meta-cognición. (Moreira & Mossoni, 2010)

Se puede evidenciar una ruta de desarrollo en el siguiente gráfico:

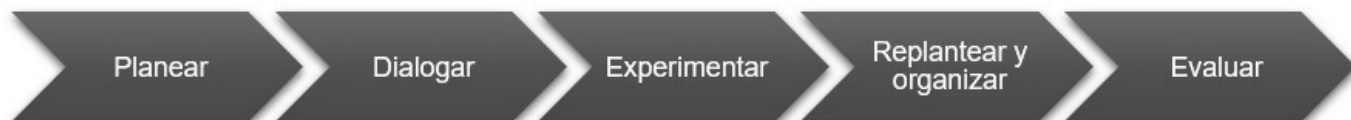


Figura 3 - Ruta de desarrollo para una clase, desde el aprendizaje significativo.
Fuente: Elaboración propia

Una clase se puede definir como el escenario donde el docente y discente se enfrentan a un proceso de construcción del conocimiento desde su propio contexto, en función de apropiarse de diversos contenidos y alcanzar determinados logros de aprendizaje, con el propósito que este conocimiento resulte significativo para su vida. Desde el punto de vista Ausubeliano, para llegar a ese propósito de una buena clase, quien tiene que dar la iniciativa es el docente con una adecuada *planeación* del trabajo que va a desarrollar en el aula con sus estudiantes. Si este primer paso no se efectúa de la mejor manera, es posible que el aprendizaje no resulte significativo para el sujeto, y se genere una didáctica de tipo mecanicista, donde el estudiante solo memorizará contenidos. (Ausubel D. P., 2002)

“La planeación de la clase en el aprendizaje significativo parte de un currículo impregnado de factores psicológicos y epistemológicos” (Zubiría & Martínez, 2004, pág. 165). Estos autores hacen énfasis en la planeación con sentido epistemológico, y desde la vista

del docente, implica que él mismo, ya cuente con una estructura cognitiva acerca del contenido que desea enseñar. Si para él, la información no es distintiva, no logrará que sus estudiantes elaboren una estructura cognitiva acerca de la temática.

Dentro de la planeación de la clase de Física, hay que tener presente ¿Qué se va a planear? Y ¿Para qué se va a planear? Y para responder a esto, se plantean los siguientes factores:

- El objetivo de la clase: hace alusión a lo que se espera que el estudiante logre con la clase que involucra desde lo cognitivo, como lo humano. Debe fomentar una formación integral que abarque: el ser, el hacer y el conocer
- La bibliografía: se refiere a los materiales educativos que van a ser utilizados como apoyo: libros, revistas, videos, documentos, guías, etc. Que van a ser usados directamente o pueden ser fuente de consulta para la planeación.



- La experimentación: si dentro del desarrollo de la clase, el objetivo que se pretende alcanzar, se puede crear mediante una situación experimental, implica establecer y realizar previamente dicho montaje.
- La proyección de las tareas: en resumen, esta parte de la planeación lo que busca es relacionar al docente y al discente con el conocimiento y para ello el docente hace uso de estrategias de enseñanza como problemas o ejercicios, proponiendo situaciones de aprendizaje en las que el estudiante ponga en escena sus conocimientos y creatividad. Puede utilizarse dentro o fuera del aula.

Realizando la planeación de cada uno de estos ítems previamente a la clase, se puede generar un ambiente propicio para una implementación de la didáctica significativa. Sin embargo, la función primordial de esta preparación no es enseñar a los estudiantes la aplicación del conocimiento adquirido en el aula en la cotidianidad, tampoco se busca capacitar a un estudiante mecanicista, pero en cambio, proporciona una estructura cognitiva suficientemente sólida y lógica, que va a permitir en el sujeto realizar acciones operacionales, que en su momento dado, puedan ser aplicables a la vida (Moreira M., 2012).

Posteriormente de una adecuada planeación, es necesario pasar a la práctica. Este proceso continúa con un diálogo activo entre docente y estudiante, con el fin de reconocer los conceptos previos con los que cuenta el sujeto. No es un secreto que como docentes, planeamos una sesión y al momento de ejecutarla, puede surgir alguna transformación. Estos hechos cotidianos de la escuela, desde el aprendizaje significativo se emplean como una *evolución* en el proceso de enseñanza. Lo que pretende esta didáctica es que a partir del diálogo y la indagación en los estudiantes, ellos comiencen a reconocer su estructura cognitiva previa, y posteriormente procedan a actualizarla y reestructurarla.

Las herramientas cognoscitivas (proposiciones) comienzan a tomar protagonismo en este punto, ya que funcionan como ordenadores preparando la mente de los estudiantes con enlaces

menos complejos y más pertinentes con las ideas anclaje, para que posteriormente puedan realizar las operaciones *subsumidoras*, *superordenadoras* o *combinatorias*, de materiales más específicos (Zubiría & Martínez, 2004). Este será el idioma en que los estudiantes comenzarán a formular sus propias inquietudes y se reconocerán activamente en el aula de clase.

Si por ejemplo, se pretende enseñar el movimiento de *caída libre*, el profesor o profesora realiza una reflexión en sus estudiantes, por medio de la discusión de varias preguntas ¿Por qué caen los cuerpos hacia “abajo”? ¿Cómo lograr que una hoja de papel y una moneda caigan en un mismo tiempo? ¿La masa de un objeto influye en el tiempo de caída? ¿El aire influye en caída de los objetos? Una vez establecidas las preguntas, los estudiantes comenzarán a estructurar proposiciones desde su red de conocimiento previo e incluso, si ya tienen algún concepto supraordinado previamente construido, como *aceleración*, comienzan a reestructurar su red de conocimientos. Jerarquizando ideas principales con secundarias, conocimientos primarios con nuevos, y el aprendizaje comienza a establecerse de manera significativa.

Sin embargo, este solo es el inicio de la didáctica, en este punto desde la práctica, nos podemos encontrar con que el estudiante se confunda a raíz del bombardeo de preguntas y de las proposiciones de sus compañeros. ¿Se pueden imaginar toda una clase de 40 estudiantes, cada uno argumentando de manera diferente las preguntas establecidas? Seguramente se puede generar desconcierto.

Es aquí donde el docente requiere presentar una actitud de potestad ante sus estudiantes, y desde su planeación, comenzará a evidenciar su propia estructura cognitiva, previamente establecida (en la planeación) y ayudándose de ordenadores gráficos. (Novak & González, 1996) Continuando con la ejemplificación de la planeación de la clase de física con la temática *caída libre*, propongo la siguiente estructura cognitiva en forma de mapa mental:



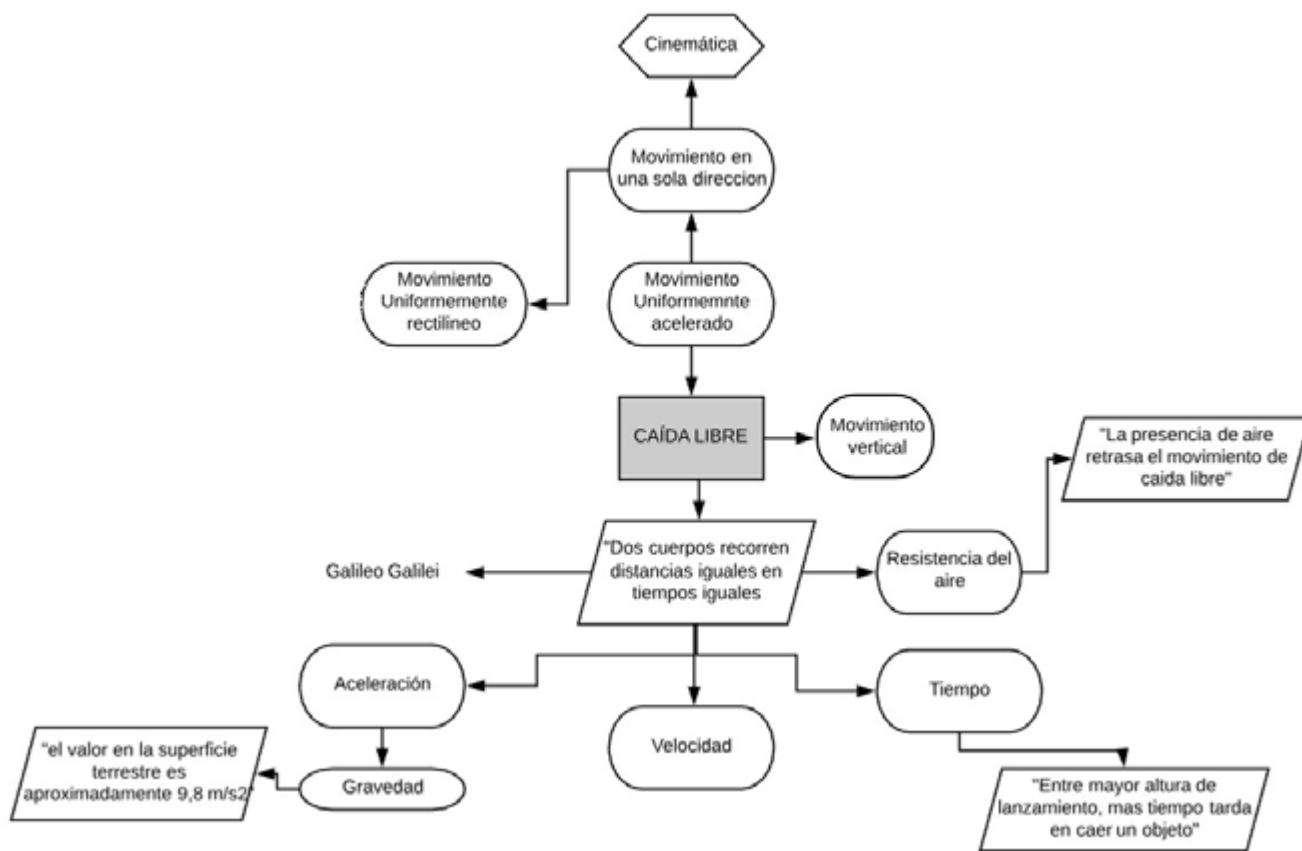


Figura 4 - Estructura cognitiva del docente
Fuente: Elaboración propia

El organizador gráfico debe contar con una estructura jerárquica, donde los estudiantes diferencien ideas supraordinadas, subordinadas con isoordinadas, al igual que diferenciar entre conceptos y proposiciones. En la figura 4, se puede evidenciar que el tema central es caída libre, pero para llegar a él, se debe haber reconocido las clases de movimientos previamente (estas se pueden tomar como conceptos previos), así como la unidad general, la cual es *cinemática*. Del esquema también se ve reflejado la diferencia entre una proposición y un concepto (cada una está encerrada en una figura visual diferente), ambas son herramientas cognitivas de igual importancia para generar una estructura mental de la temática.

Para las ciencias naturales es de vital importancia reconocer el trabajo cognitivo por medio de la experiencia. Se encuentra dentro del ciclo natural del aprendizaje, poner en práctica lo que se ha aprendido en el aula de clase, es darle sentido a la estructura cognitiva y transforma una idea de abstracta a concreta; y de esta forma transformará el aprendizaje común a un *aprendizaje significativo*. Por ejemplo, con la temática de *caída libre*, se pueden generar varias prácticas experimentales, incluso desde el aula de clase -sin necesidad de recurrir al laboratorio-: lanzamientos de diferentes objetos desde distintas alturas, relacionando los tiempos con las tipos de caída.

Posteriormente, se pueden introducir las ecuaciones matemáticas de tal manera que el docente pueda organizar una revisión de

los conceptos matemáticos que los estudiantes ya manejan y su aplicación al estudio de la Física. Esto permitirá un proceso de reorientación, partiendo de la estructura conceptual y dando sentido a una estructura formal, que son las ecuaciones y las matemáticas, tomando como referente una previa construcción conceptual y experimental. De esta forma se evidencia la diferencia entre la enseñanza conductista y el aprendizaje significativo; los estudiantes no estarán memorizando fórmulas y mecanizando cálculos matemáticos sin sentido práctico, sino en cambio, todas estas formulaciones toman un sentido característico desde una conceptualización cognitiva, aplicado a la experiencia.

4- Nuevos modos de evaluación

Puesto que esta didáctica es de tipo cognitiva, su evaluación debe ser acorde al modelo establecido; es decir, debe primar el rol activo del estudiante como constructor y agente primario del conocimiento y, por lo tanto, debe evidenciar un proceso progresivo. La evaluación tiene que estar presente desde el primer instante de la sesión de clase, ya que desde ese preciso momento el docente comienza a formular las preguntas, y se genera como respuesta una construcción praxeológica, pues ellos ya están evidenciados su estructura mental. Por lo tanto, se evalúa el proceso y no el resultado, a diferencia de una metodología conductista, que sólo pretende calificar respuestas correctas e incorrectas.

Por medio de la sustentación activa del discente se pueden emplear

herramientas de evaluación durante el proceso de aprendizaje, que incluso resulta más práctico para el docente. Vale preguntar: ¿Cómo evitar caer en la cotidianidad de la escuela tradicional, de evaluar cuantitativamente a un estudiante y superar los estereotipos y esquemas rígidos para valorar el aprendizaje de los estudiantes? Esto se puede lograr desde el aprendizaje significativo, por medio de la construcción del discurso y la resolución de problemas, con base en la argumentación del estudiante. Al final, si se desea evaluar un trabajo práctico, se puede pedir que él mismo organice su estructura cognitiva y la argumente ante sus compañeros. No se establecerá una calificación copiada de la cátedra del profesor sino, a diferencia de otras didácticas, el estudiante incluso puede lograr un organizador gráfico mejor elaborado al propuesto por el docente. Esto se debe a que las redes conceptuales son subjetivas, que se relacionan con la capacidad intelectual de cada sujeto; por lo tanto, cada estudiante puede argumentar de forma diferente.

Las habilidades y destrezas adquiridas en los estudiantes se perciben desde su naturaleza auto-organizadora y de la evolución progresiva de sus estructuras mentales. Su capacidad retórica y oratoria incrementa los niveles de autonomía, con lo cual se despliega todo el desarrollo de la personalidad hasta adquirir madurez. La capacidad de análisis crítico, de estructura argumentativa facilita la composición del pensamiento en mentefactos cognitivos; y desde aquí, se organizan las ideas para integrarlas, comprenderlas y, posteriormente, comunicarlas a sus compañeros. Un estudiante desde la dinámica Ausubeliana se destacará por tener un alto intelecto y capacidad elocuente para expresar sus ideas, y esto lo trasciende como un ser reconocido activa y socialmente.

A modo de conclusión

Son visibles las dificultades que se pueden presentar en los estudiantes a la hora de afrontar el aprendizaje de la Física. Es un proceso complejo, ya que pretende generar un conocimiento práctico desde una idea que les resulta abstracta, y además se complica plasmarla por medio de cálculos matemáticos y ecuaciones simbólicas abstractas. Por otra parte, sabemos que la Física es una ciencia con estructura conceptual definida, lo que la hace excepcionalmente ventajosa para facilitar su razonamiento, y por medio de una estructura cognitiva resultará favorable su enseñanza. El propósito del docente es dinamizar el encuentro de cada una de las ventajas que se encuentran inmersas en esta fascinante área del conocimiento, y motivar al estudiante a su aprendizaje.

Claramente, los conocimientos previos del discente deben ser tomados como guía fundamental de cualquier modelo instruccional, y desde el aprendizaje significativo, toman un papel relevante porque son la base para desarrollar una didáctica cognitiva, donde el estudiante reestructure constantemente su red de conocimiento, por medio de la capacidad inductiva del docente (Moreira M. A., 2012).

La aplicación de organizadores gráficos, permite generar herramientas metodológicas al docente, para estructurar las ideas y exponerlas ante sus estudiantes con el propósito de aclarar dudas y que ellos posteriormente también se encuentren en la capacidad de crear y sustentar su propia estructura cognoscitiva. Este proceso didáctico se evalúa constantemente de inicio a fin, sin necesidad de depender de un examen escrito; podría finalizar con la resolución de actividades diseñadas especialmente para

la aplicación del conocimiento, y se busca que el estudiante este argumentando constantemente con proposiciones cognitivas, para ser intercambiadas entre sus pares académicos.

Otro aspecto a tener en cuenta, es la necesidad de aumentar la profundización cognitiva de los docentes en cuanto al manejo de estrategias que favorezcan el aprendizaje significativo en el discente, esto se logra desde una planeación pertinente de la clase, que pueda generar una dinámica entre participantes, favoreciendo el diálogo permanente entre docente y estudiantes, además, adecuando la evaluación de manera coherente y permanente con la propuesta didáctica.

Es hora del cambio, y nuestros estudiantes merecen una educación pertinente y significativa que sea proyección a su futuro, necesitamos más niños y jóvenes motivados a indagar, solucionar, investigar y que logren ser partícipes de su entorno. Posiblemente a futuro surgirán nuevas propuestas metodológicas que evolucionen el aprendizaje significativo, y desde luego, nos seguiremos cuestionando acerca de la forma en que nuestros estudiantes estructuran su conocimiento.

Referencias

- Aparicio Gomez, O., y Ostios Ortiz, O. (2018) El constructivismo y el construccionismo. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 11(2), págs. 115-120.
- Ausubel, D. (1963) *The psychology of meaningful verbal learning*. . New York and London: Grune y Stratton.
- Ausubel, D. P. (1976) *Psicología educativa: un punto de vista cognitivo*. México: Trillas.
- Ausubel, D. P. (2002) *Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva*. Barcelona, España: Paidós Iberica.
- Ausubel, D., Novak, J., y Hanesian, H. (1983) *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Ed. Trillas.
- Lazo, M. S. (2009) *David Ausubel y su aporte a la educación*. Ciencia UNEMI, 20-23.
- Moreira, M. (marzo de 2012) ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? *Revista Currículum N.25*, págs. 29-56.
- Moreira, M. A. (2012) *La Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico: un referente para organizar la enseñanza contemporánea*. UNIÓN, *Revista Iberoamericana de educación matemática*, págs. 9-20.
- Moreira, M. A., y Mossoni, N. T. (2010) Un enfoque epistemológico de la enseñanza de la Física: una contribución para el aprendizaje significativo de la física, con muchas cuestiones sin respuesta. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, No. 2, 9, págs. 283-308.
- Novak, J. (1998) *Conocimiento y aprendizaje*. Alianza Editorial.
- Novak, J., & González, F. (1996) *Aprendizaje Significativo Técnicas y Aplicaciones* (2da ed.). Ediciones Pedagógicas.
- Pellón, R. (2013) Watson, Skinner y Algunas Disputas dentro del Conductismo. *Revista Colombiana de Psicología* 22(2), págs. 389-399.
- Zubiría, M., y Martínez, H. (2004) *Enfoques pedagógicos y didácticas contemporáneas*. Colombia: Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani.

