



Revista Digital La Pasión del Saber

ISSN:2244-7857 / Depósito Legal: ppi200902CA3925

ORGANIZACIÓN DE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA. UN ENFOQUE INTERDISCIPLINAR CENTRADO EN EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO CASO: LANZAMIENTO DE PROYECTILES

Franklin Ángel, Moreno Sequera¹
Universidad Politécnica Territorial de Valencia. Venezuela
<https://orcid.org/0009-0007-0242-720X>

Recibido: 30-05-2023
Aceptado: 22-07-2023

Resumen

El paradigma tradicional en la enseñanza de las ciencias ya no es útil para aproximarse a los fenómenos que la ocupan. Por tanto, se debe resignificar el proceso de enseñanza para captar la atención y comprensión del estudiante en torno a planteamientos estratégicos centrados en su aprendizaje. En base a esta idea, en este artículo, se presentan como opción didáctica el uso de elementos de la teoría de Aprendizaje Significativo de Ausubel y la de los Campos Conceptuales de Vergnaud con el propósito de organizar, desde un enfoque interdisciplinario, la enseñanza de la matemática y la física estimulando la búsqueda y análisis de los campos conceptuales comunes en la resolución de problemas complejos para la construcción de aprendizajes relevantes y significativos centrados en el estudiante. Metodológicamente la investigación fue de tipo documental a nivel descriptivo. Se presentan como resultado, a partir del principio de interdependencia entre matemáticas y física, el análisis de conceptos en la temática de Lanzamiento de proyectiles de la unidad curricular de Física I del Programa Nacional de Formación en Materiales Industriales de la Universidad Politécnica Territorial de Valencia (UPT Valencia) apoyado en el software especializado Atlas.ti

Palabras Clave: Aprendizaje Significativo; Campos Conceptuales; Interdisciplinar

¹ Master en Procesos de Manufactura y Materiales. Univ. de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba (2017).
Correo electrónico: fmoreno26@gmail.com

ORGANIZATION OF THE TEACHING OF PHYSICS. AN INTERDISCIPLINARY APPROACH FOCUSED ON MEANINGFUL LEARNING CASE: PROJECTILE LAUNCH

Abstract

The traditional paradigm in science teaching is no longer useful to approach the phenomena that occupy it. Therefore, the teaching process must be resignified to capture the attention and understanding of the student around strategic approaches focused on their learning. Based on this idea, in this article, the use of elements from Ausubel's Significant Learning theory and Vergnaud's Conceptual Fields are presented as a didactic option with the purpose of organizing, from an interdisciplinary approach, the teaching of mathematics and physics stimulating the search and analysis of common conceptual fields in the resolution of complex problems for the construction of relevant and significant student-centered learning. Methodologically, the research was of a documentary type at a descriptive level. As a result, from the principle of interdependence between mathematics and physics, the analysis of concepts in the subject of Projectile Launching of the Physics I curricular unit of the National Training Program in Industrial Materials of the Territorial Polytechnic University of Valencia (UPT Valencia) supported by the specialized software Atlas.ti

Keywords: Significant Learning; Conceptual Fields; Interdisciplinary

Introducción

El estudio y las investigaciones sobre aprendizaje han sido un tema recurrente hasta la actualidad y fuente de debate desde diversas posiciones filosóficas y epistemológicas que fundamentan las ciencias que lo estudian, en especial las ciencias de la educación, Por tanto, teorizar aproximaciones a una mejor educación a partir de la observación del aprendizaje del estudiante, en Pease, Figallo e Ysla, (2015: p.12), ha constituido un reto para la enseñanza. Por tanto, una mirada relacional actual de los procesos cognitivos considera el aprendizaje como elemento estructurante de la enseñanza. Entonces, hablar de aprendizaje no significa simplemente acumular información, sino cuando las personas se vuelven capaces de realizar algo diferente de lo que antes podían hacer. Desde esta perspectiva, El concepto de aprendizaje se vuelve polisémico, de acuerdo a las diversas teorías y enfoques de cada autor y/o investigador. Sin embargo, los referentes teóricos convergen en señalar que es una construcción activa del ser humano que ocurre cuando la estructura cognitiva asocia la información con la preexistente, por lo tanto, en un mundo donde todo cambia en poco tiempo, y cada vez se complejiza más, se necesitan enfoques educativos nuevos que logren sintonizar con la realidad actual.

Ahora bien, desde un enfoque interdisciplinario, se considera que todas las ciencias dependen entre sí, pues las ciencias buscan conocimiento y unas dependen de otras. Además, según Tieso (2022), está basado en aquellos conceptos que atraviesan el límite tradicional de las asignaturas. En el caso de las ciencias duras, la matemática aporta los principios algebraicos y de cálculo para lograr establecer diferentes relaciones para que otras ciencias los puedan aplicar, como es el caso de la física. La fundamentación teórica,

la física, cuyo término proviene del griego *phúsis*, que significa "naturaleza", se ocupa de describir las interacciones de la energía, la materia, el espacio y el tiempo para descubrir los mecanismos fundamentales que subyacen a todo fenómeno. Esta preocupación por describir los fenómenos básicos de la naturaleza define esencialmente el *alcance de la física*. Piense en un teléfono inteligente, La física describe cómo la electricidad interactúa con los distintos circuitos del aparato. la teoría subyacente a estos dispositivos para reducir su tamaño o aumentar su rapidez de procesamiento. Ling, *et al.*, (2021: p.9)

En resumen, esta ciencia estudia y describe un sistema físico y el estado que lo define en forma única, utilizando el método científico y la cuantificación mediante magnitudes físicas para expresarlo; mientras que la matemática es considerada su principal aliada ya que se dedica al estudio de las propiedades de los entes abstractos y de sus relaciones con propósito fundamental desarrollar la capacidad para pensar, razonar, comunicar, aplicar y valorar las relaciones entre las ideas y los fenómenos reales. Por ello, en el aprendizaje de los conceptos de matemáticas y física están implicadas múltiples funciones cognitivas. Por ejemplo, si queremos analizar un fenómeno físico, necesitamos traducirlo de algún modo a una expresión matemática, como una ecuación.

En otro ámbito, la ley que relaciona el área barrida por un móvil con el tiempo recorrido, obliga a relacionar magnitudes con figuras geométricas. la relación entre la rapidez de un objeto, la distancia que recorre y el tiempo que tarda en recorrer esa distancia. Cuando se utiliza un GPS en un vehículo, este se basa en ecuaciones físicas para determinar el tiempo de viaje de un lugar a otro. La mayoría de las ramas de la ingeniería se ocupan de diseñar nuevas tecnologías, procesos o estructuras dentro de las limitaciones establecidas por las leyes de la física, Ling *et al.*, (2021: p.9), es decir, es un elemento clave de muchas disciplinas importantes y contribuye directamente a otras. En este sentido, la física necesita de la matemática para existir y usa su lenguaje para describir el funcionamiento del universo.

Paredes, Briones e Inostroza (2022) expresan que incentivar el trabajo interdisciplinario entre matemáticas y física hace el currículo más útil, relevante y motivador para los estudiantes, a la vez que alientan al profesorado a realizar actividades integradas, respetando las formas de hacer y pensar de cada disciplina. Esto genera la necesidad de analizar en qué forma las actividades sugeridas en los programas de estudio podrían ser integradas y utilizadas por los docentes para avanzar desde la contextualización y la promoción de aprendizajes interdisciplinarios significativos. Se trata entonces de hacer énfasis en ver los conceptos matemáticos empleados por la ciencia física integrados desde esta perspectiva y no caer en descripciones, explicaciones y concepciones simplificadoras y reduccionistas de los distintos fenómenos.

En efecto, expresa Tieso (2022), comprender *cómo* los distintos conceptos están interrelacionados le permite al alumno comprender la complejidad del conocimiento y, en Vergnaud (1990), la conceptualización es el núcleo del desarrollo cognitivo, debido a: a) son las situaciones que dan sentido a los conceptos. b) hay una relación dialéctica entre conceptos y situaciones. c) para ser aprendidos significativamente los nuevos conocimientos deben hacer sentido para quien aprende. d) las situaciones deben ser

propuestas en niveles crecientes de complejidad. e) el dominio de un campo conceptual (un cuerpo de conocimientos, un conjunto de situaciones-problema en niveles crecientes de complejidad) es un proceso lento, no lineal, con rupturas y continuidades. Para Vergara, Valdés y Barrios (2020) los conocimientos matemáticos que emplea la física existen en forma de conceptos que se fijan en el lenguaje, en el sistema de signos. Asimilar un sistema de conocimientos matemáticos significa asimilar dichos conceptos.

En este orden de ideas, Sahelices, et al (2011) citando a (Moreira, 2000; Rodríguez, 2004) indica que el lenguaje y la simbolización tienen un papel esencial en el desarrollo cognitivo y, consecuentemente, el aprendizaje simbólico y otras formas del mismo repercuten en el aprendizaje significativo de conceptos. Cuando la persona ha interiorizado con éxito el lenguaje, como un instrumento cognitivo, tiene más poder y flexibilidad para representar y transformar, sistemáticamente, regularidades de la experiencia personal. Los tipos de conceptos que aprenden los individuos en una cultura particular y sus procesos de pensamiento están profundamente influidos por el vocabulario y la estructura del lenguaje al que se exponen en su cultura particular (Ausubel, 2002; Moreira, 2004 b).

Objetivo de la Investigación

El tratamiento del tema de la enseñanza de las ciencias e ingeniería, no solo se planifica de modo que los estudiantes adquieran los conocimientos y habilidades científicas fundamentales, sino también que comprendan cómo funciona y opera la ciencia y cómo se construye y valida el conocimiento, todo esto es normalmente tratado desde una vertiente cuantitativa. Sin embargo, existen investigaciones que aseguran, en sus conclusiones, que hay modos de enseñanza no tradicionales que pueden hacer más significativo y duradero el aprendizaje. Es por ello, que en la presente investigación se plantea priorizar el proceso de enseñanza de la matemática y la física en la resolución de problemas complejos desde un enfoque interdisciplinario para la construcción de aprendizajes relevantes y significativos como elemento estructurante de la enseñanza centrada en el estudiante, específicamente, en la temática de Lanzamiento de Proyectiles de la unidad curricular de Física I del Programa Nacional de Formación en Materiales Industriales de la Universidad Politécnica Territorial de Valencia (UPT Valencia).

Metodología

La investigación se considera de corte cualitativo, de tipo documental con un enfoque interdisciplinario donde se aborda el principio de interdependencia de los conceptos empleados por la física y la matemática. Asimismo, se describen aspectos teóricos de la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud (Hernández; Fernández y Baptista, 2014) que le permitirá al aprendiz y profundizar en los aspectos cinemáticos del movimiento para resolver problemas de la temática lanzamiento de proyectiles a la vez que se promocionan aprendizajes significativos en la unidad curricular Física I del Programa Nacional de Formación en Materiales Industriales de la Universidad Politécnica Territorial de Valencia (UPT Valencia). La experiencia requirió de

interpretación y manejo de la información de dada en los campos conceptuales de la matemática y la física para su análisis cualitativo mediante el software para el análisis cualitativo de datos cualitativos Atlas.ti v23

Un salto epistemológico y pragmático...

Según, Manganel (2018) el aprendizaje significativo (AS) está enclavado dentro de la corriente constructivista que contradice el modelo de aprendizaje tradicional memorístico y favorece otros tipos de experiencias educativas más cercanas a las inteligencias múltiples y a las formas individuales de aprendizaje. Para Ausubel, aquí el aprendiz asimila la información asociando, reajustando y reconstruyendo lo que ya poseía.

Lo anterior implica que debe priorizarse la organización de la enseñanza centrada en torno al aprendizaje del educando, significando un salto epistemológico y pragmático, Cruz Tomé (2003) del enseñar al aprender y, en su opinión, la enseñanza centrada en el aprendizaje, supone: 1) Definir objetivos de aprendizaje para el alumno. 2) Resultados de aprendizaje esperados: competencias, conocimientos, habilidades, actitudes, valores. 3) Uso de metodologías activas por parte del alumno, se le pide ser responsable de su aprendizaje. 5) Evaluación continua y formativa. 6) Exigencia de interdisciplinariedad y de un trabajo colaborativo en el seno del equipo docente.

En Duarte, Montalvo y Valdés (2019: p.5), el MAS logra la conexión cognitiva y emocional entre los contenidos impartidos por el profesorado y la intención de aprendizaje y experiencia previa de cada aprendiz (Díaz y Hernández, 2002), En tanto que el o la docente que trabaja con estos preceptos, reconoce las características de su estudiante y facilita dichas conexiones. Los teóricos como Ausubel, Novak y Hanesian (1983, citados por Duarte *et al.* 2019), propusieron tres tipos de aprendizaje significativo, según el tipo de contenido o ámbito de incidencia:

1. *Aprendizaje de representaciones*; Consiste en la atribución de significados a determinados símbolos. Según el autor, ocurre cuando se igualan en significado símbolos arbitrarios con sus referentes (objetos, eventos, conceptos). No se trata de una simple asociación entre símbolo y el objeto, sino que el estudiante relaciona de manera sustantiva y no arbitraria, como una equivalencia representacional con los contenidos relevantes existentes en su estructura cognitiva.

2. *Aprendizaje de conceptos*; Los conceptos se definen como “objetos, eventos, fenómenos, situaciones o propiedades de que posee atributos de criterios comunes y que se designan mediante algún símbolo o signos”, partiendo de ellos se puede afirmar que en cierta forma es un aprendizaje representaciones. Los conceptos son adquiridos por dos procesos: Formación y asimilación. *En la formación de conceptos*. En el *aprendizaje de conceptos por asimilación*, en la medida en que la estudiante amplía su vocabulario, pues los atributos de criterio de conceptos se pueden definir usando combinaciones disponibles en la estructura cognitiva, por ello, el estudiante podrá distinguir distintos colores, tamaños, formas, objetos, situaciones y afirmar tal concepto cada vez que este ante su presencia.

3. *Aprendizaje de Proposiciones*: este tipo de aprendizaje va más allá de la simple asimilación de lo que representan las palabras, combinadas o aisladas, puesto que exige captar significado de las ideas expresadas en forma de proposición. Este aprendizaje implica combinación y relación de varias palabras cada una constituye un referente unitario, luego estas se combinan de tal forma que la idea resultante es as que la simple suma de los significados de las palabras componentes individuales, produciendo un nuevo significado que es asimilado en la estructura cognoscitiva.

Según se ha citado en Obaya, (2000, citado por Sahelices,2011), la perspectiva del constructivismo, se rechaza la visión del alumno como un mero receptor de conocimientos o del docente como un simple transmisor. Por el contrario, se pronuncia por el logro de aprendizajes significativos, a la par que intenta promover conjuntamente los procesos de aprendizaje y desarrollo humano” (p.37). Si bien es una teoría pragmática, esto no significa que sea empírica. Es decir, los significados surgen de *la acción* del sujeto al enfrentar situaciones mediadas por procesos cognitivos.

En Vergnaud, el proceso de adquisición de conceptos está mediado por la acción del sujeto. En síntesis, sea el tipo que sea, para conseguir que un aprendizaje sea significativo se necesitan varias condiciones: Tener un adecuado material (potencialmente significativo), las estructuras cognitivas del alumno (conocimiento previo) y sobre todo motivación (intrínseca). Sin ellos no es posible conseguirlo. Significa entonces, según Tieso (2022), el desafío reside en pensar en la articulación de conceptos interdisciplinarios entonces es necesario reconocer el papel preponderante que tiene la planificación colaborativa entre docentes de áreas afines y en descubrir las relaciones que podemos tejer entre conceptos.

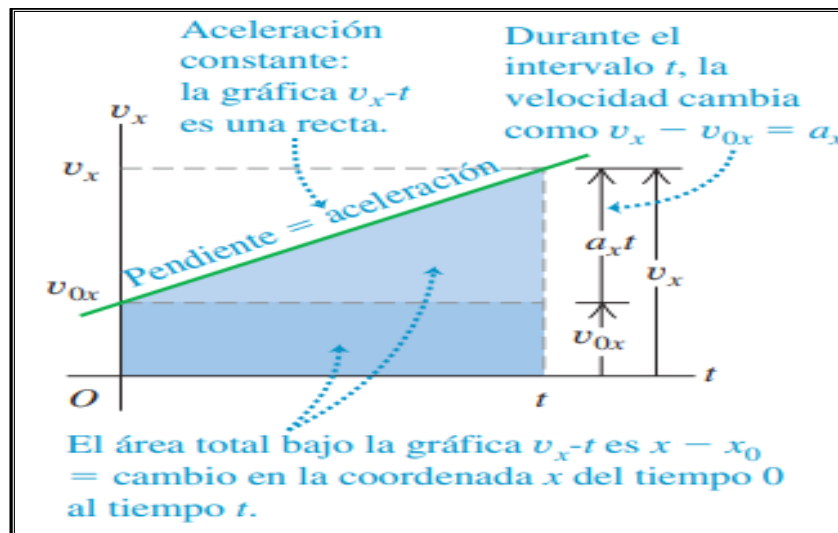


Figura 1. Gráfica velocidad-tiempo (v_x vs. t) para movimiento rectilíneo con aceleración positiva constante a_x .

Fuente: Young, H., Freedman, R. (2009). Volumen 1. (2009:71)

En la figura 1, tomada del libro de física universitaria de Young, H., Freedman, R. (2009), vol1, se puede observar cómo es posible, teniendo pendiente el aprendizaje significativo como se puede enseñar desde lo interdisciplinario, es decir, la física y la matemática conviven el concepto (significante) y significado (correlato mental del significante) e integradas de manera estratégica. No hay que preparar, de la manera tradicional, una clase de matemáticas y geometría para enseñar, por ejemplo, temáticas como figuras geométricas, áreas, trigonometría, áreas o superficie, pendiente y en consecuencia derivadas. Por su puesto, en la temática de física. nótese la pedagogía del color para discriminar lo importante de los conceptos.

En el límite donde los Δt se hacen muy pequeños y muy numerosos, el valor de a_{med-x} para el intervalo de cualquier t a $t + \Delta t$ se acerca a la aceleración instantánea a_x en el instante t . En este límite, el área bajo la curva $a_x - t$ es la integral de a_x (que en general es una función de t) de t_1 a t_2 . Si v_{1x} es la velocidad del cuerpo en t_1 y v_{2x} es la velocidad en t_2 , entonces:

$$v_{2x} - v_{1x} = \int_{v_{1x}}^{v_{2x}} dv_x = \int_{t_1}^{t_2} a_x dt$$

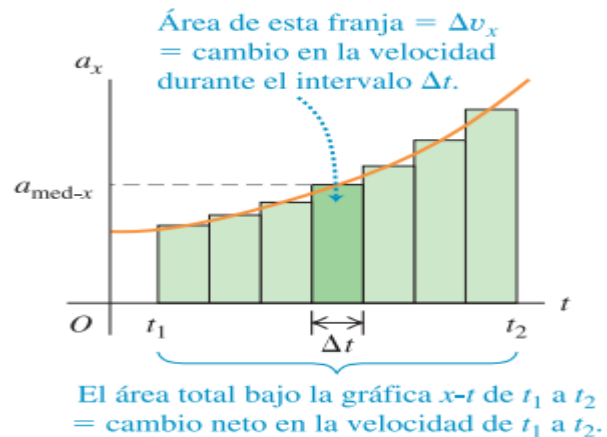


Figura 2. Gráfica $a_x - t$ para un cuerpo cuya aceleración no es constante

En la figura 2, tomada del libro de física universitaria de Young, H., Freedman, R. (2009), se muestra una situación donde están relacionados interdisciplinariamente contenidos matemáticos (como límite, incrementos, áreas, diferenciales, principios de integrales, entre otros) de manera dialéctica con la física.

Los Campos Conceptuales de Vergnaud (TCC)

En el proceso de atribución de significados y asimilación no fue suficientemente explicado por Ausubel y reclama planteamientos cognitivos más actuales, Moreira, (2008: p.34). En estos términos, el enfoque teórico de los campos conceptuales de Vergnaud (1993) ofrece una mayor comprensión que conduce al aprendizaje significativo desde una visión más cognitiva. En esta teoría, el conocimiento está organizado en campos conceptuales, de los que el individuo se apropia a lo largo del tiempo.

Para Vergnaud, un campo conceptual es un conjunto informal y heterogéneo de situaciones y problemas, para cuyo análisis y tratamiento se requieren diversas clases de conceptos, representaciones simbólicas, operaciones de pensamiento y procedimientos que se conectan entre sí durante su aprendizaje (Vergnaud, 1993; 1990, citado por Sahelices *et al.*, 2011: p.34). Para Vergnaud (1997) “el conocimiento conceptual está inmerso en la resolución de problemas”. En la formación de conceptos,

los procesos llevan a identificar categorías, nuevos significados, propiedades, atributos. La potencialidad de esta teoría radica en que permite explorar vínculos entre la estructura cognitiva humana y la estructura de un concepto determinado.

La teoría de Vergnaud (1990, 2007 y 2013) tuvo un impacto considerable en la Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias, porque en ella destaca su idea de sustituir la interacción sujeto-objeto por la interacción esquema-situación, además de las coincidencias entre las obras de Piaget y Vigostky, (Otero *et al.*, 2014). Asimismo, aporta las condiciones epistémicas necesarias para producir el desarrollo de la conceptualización en un cierto dominio y adopta, al igual que Piaget, una concepción desarrollista.

La TCC (1990), propone la existencia de dos formas del conocimiento, en interacción, *la forma operatoria*, que permite al sujeto actuar en una situación y *la forma predictiva*, que le permite enunciar y designar a los objetos, así como de comunicar los conocimientos. En la forma operatoria, la acción no se refiere a las manifestaciones externas, a aquello que se denomina conducta, sino que también incluye los aspectos implícitos en la acción, que involucra pensamiento, a la toma de decisiones, a las anticipaciones e inferencias. Otero, (p10-11). Los conceptos, en Vergnaud, no sólo deben ser definidos por su estructura; es necesario considerar también las propiedades, las situaciones en las cuales se usan y las representaciones simbólicas que la persona emplea para pensar y escribir acerca de un concepto, es decir, la conceptualización está regulada por la interacción entre la información contenida en las situaciones y la estructura conceptual (esquemas metales) de la persona.

En este sentido, La acción es considerada, por Vergnaud, como el principal elemento generador de conocimiento y la solución de problemas como su fuente y criterio. En efecto, Otero, *et al.*, (2014) señala que la TCC aporta sustento teórico para vincular el desarrollo cognitivo en un cierto dominio con la enseñanza. Inicialmente esta teoría se propuso para el aprendizaje de la matemática, el álgebra y la geometría y posteriormente, fue utilizada en otros dominios como la educación física, la comprensión de textos, la moral, la enseñanza de física, de la química y de las ciencias en general.

TCC sostiene que, en el estudio del aprendizaje de cierto dominio, se necesita precisar la relación de dicho dominio con esa porción de realidad. Por ello, Vergnaud define situación como una representación una clase de situaciones que tienen carácter de tarea; vale decir, resolver una ecuación, calcular una integral, calcular una probabilidad, modelar un sistema físico u otra cualquier dominio de la vida cotidiana de la cual es importante conocer sus especificidades epistemológicas (naturaleza y sus obstáculos). Los individuos que se adaptan a las situaciones que enfrentan, pero en realidad, son los esquemas que ellos utilizan ante una situación, los que resultan modificados durante la adaptación generando un aprendizaje, una experiencia. En consecuencia, una clase de situación llama a un cierto tipo de esquemas, que se desarrolla en virtud del tipo de situación, estableciéndose una relación dialéctica entre situaciones y esquemas, la existencia de unas supone las otros.

Lo cualitativo de las Ciencia Duras...

En otro orden de ideas, y para los efectos de la investigación, el propósito básico del análisis de concepto es el abordaje de los conceptos científicos de formación o en algunos casos definiciones operacionales, es la identificación de determinados elementos componentes en dichos conceptos como, en especial, los conceptos de formación en una disciplina: palabras, frases, párrafos, símbolos, entre otros. Cuando se requiere una instrucción formal en conceptos científicos, se hace necesario introducir definiciones como recurso primigenio para el establecimiento de alguna regla que permita atribuir significados desde lo cualitativo, comparativo hasta lo cuantitativo.

Asimismo, las definiciones sirven para eliminar la ambigüedad y vaguedad respectivas, en todo caso, lo que interesa es su utilización adecuada a los intereses y necesidades de cada investigación en particular. Por ejemplo, para establecer un concepto de velocidad se necesitan ideas abstractas, para comprender las experiencias que emergen de la interacción con el entorno, y de conocimientos previos, lo cual se constituirá una *unidad de conocimiento*. Solorzano y Diaz (2010: p.181).

En este propósito, en la presente indagación se *adaptó* como soporte para el análisis de concepto el programa de análisis de contenido conocidos como CAQDAS (por las siglas en inglés de Computer Aided Qualitative Data Analysis Software), específicamente, el Atlas.ti, que normalmente es empleado por los investigadores en el análisis cualitativo de las entrevistas, pero también existen NVivo y MAXQDA. Estos programas son capaces de codificar de forma asistida datos cualitativos de diferentes formatos entre ellos, los datos textuales, en este caso, los conceptos implicados en el lanzamiento de proyectiles. En este sentido, Lopezosa y Codina (2023) sostienen:

El término código (...) lo podemos pensar como en palabras simples o compuestas, o en frases cortas (*concepto*), que expresan los temas principales de la investigación, y su función es la de unir fragmentos significativos de información textual de fuentes diferentes que se refieren a los mismos temas. Estos códigos pueden ser creados y seleccionados por el investigador” (p.2)

Cuando un bate golpea una pelota de béisbol, ¿qué determina dónde cae la pelota? No puede contestar esta pregunta usando las técnicas en que se considera que las partículas se mueven sólo en línea recta. En vez de ello, es preciso extender las descripciones del movimiento a situaciones en dos y hasta tres dimensiones. Existen muchos movimientos importantes se dan sólo en dos dimensiones, es decir, en un plano, y pueden describirse con dos componentes de posición, velocidad y aceleración, es el caso de un proyectil. Ling, S., Sanny, J. Moebis, W. (2021).

Un proyectil es cualquier cuerpo que recibe una velocidad inicial y luego sigue una trayectoria determinada totalmente por los efectos de la aceleración gravitacional y la resistencia del aire. Una pelota bateada, un balón lanzado, un paquete soltado desde un avión y una bala disparada de un rifle son todos proyectiles. El movimiento de proyectil es el movimiento de un objeto lanzado o proyectado al aire, sujeto únicamente a la

aceleración como resultado de la gravedad. Las aplicaciones del movimiento de proyectil en física e ingeniería son numerosas. La clave para analizar el movimiento bidimensional de proyectil es dividirlo en dos movimientos independientes: uno a lo largo del eje horizontal y otro a lo largo del vertical porque la aceleración resultante de la gravedad es vertical; por lo tanto, no hay aceleración a lo largo del eje horizontal cuando la resistencia del aire es despreciable).

En la Cuadro 1, se muestran las ecuaciones de posición y velocidad en las direcciones de la x y la y

Ecuaciones Eje X	Ecuaciones Eje Y
$x(t) = x_0 + (v_x)_{avg}t$	$y(t) = y_0 + (v_y)_{avg}t$
$v_x(t) = v_{0x} + a_x t$	$v_y(t) = v_{0y} + a_y t$
$x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{1}{2}a_x t^2$	$y(t) = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}a_y t^2$
$v_x^2(t) = v_{0x}^2 + 2a_x(x - x_0)$	$v_y^2(t) = v_{0y}^2 + 2a_y(y - y_0)$

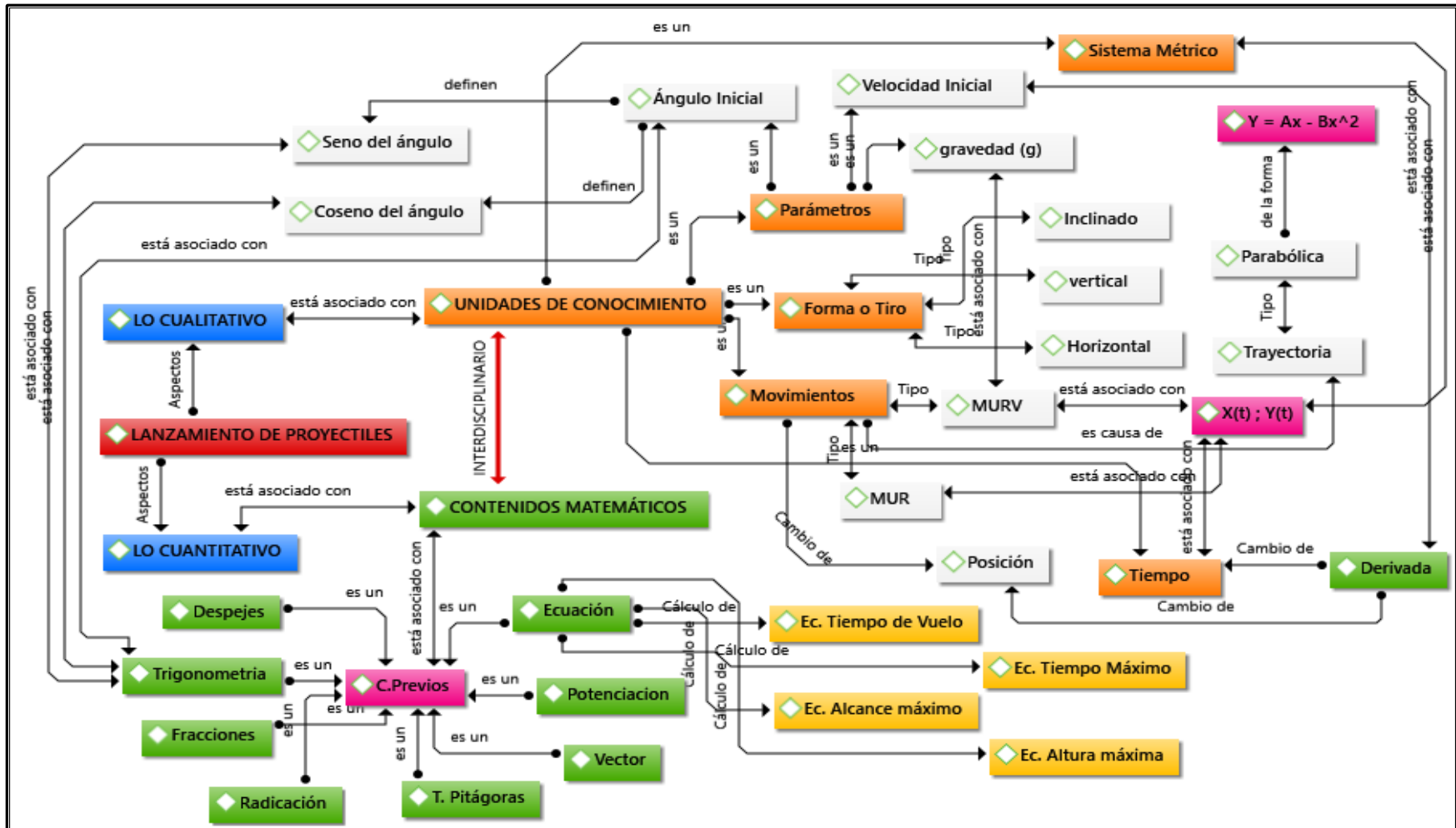
Cuadro 1. Ecuaciones de posición x_t y e velocidad v_t en los ejes x e y
Fuente: Young, H., Freedman, R. (2009)

Unidad de Contenido		Temática
Matemática	Física	Lanzamiento de Proyectiles
Ángulo (θ)	Vector	
Ecuación	Veloc Inicial	
Parábola	Ángulo inicial	
Recta	Tiempo	
Plano XY	Movimiento	
T. Pitágoras	Trayectoria	
Despejes	Gravedad (g)	
Fracciones	Altura	
Potenciación	Alcance Máx.	
Derivada	MRUV	
Función	MRU	
Coseno de θ	Posición $x(t)$	
Seno de θ	Tiempo Vuelo	
Radicación	Tiempo Máx.	
Conversión	Unidades	

Cuadro 2. Aspectos cualitativos del Lanzamiento de Proyectiles
Fuente: Young, H., Freedman, R. (2009)

Resultados

Como resultado, a continuación, se presenta una red semántica asociada al análisis de contenido, con apoyo del software Atlas.ti, donde se aprecian relaciones entre contenidos comunes de los campos conceptuales de matemática y Física.



Cuadro 3. Análisis de Concepto de un movimiento de Lanzamiento de Proyectil

Autor: Moreno (2023). Apoyado en Atlas.ti.

En el Cuadro 3 se muestran las unidades de contenido de la Cuadro 2 y sus distintas relaciones que se plantean entre las unidades de contenido a través de las distintas líneas con que se vinculan. Por ejemplo, en la *categoría* conocimiento previo que representa aspectos cuantitativos se encuentran, para este movimiento, tiene vinculación con los *códigos* despejes, trigonometría, fracciones, racionalización, T. Pitágoras, vectores, potenciación, entre otros. En la categoría unidades de conocimiento que representa la parte cualitativa están los códigos; movimiento, parámetros, sistema métrico, trayectoria.

Aspectos finales

Desde la perspectiva de la presente investigación se hace hincapié de que la mejor manera de enseñar los campos conceptuales de las ciencias duras como la Física y la matemática, se requiere de estrategias que aborden el principio de interdependencia de los conceptos empleados por la física y la matemática para captar la atención e interés del educando y estimular su comprensión en torno situaciones problemas de su contexto. Es por ello que, la enseñanza de los contenidos debe estar centrado en lo que se espera debe ser un aprendizaje para la vida del profesional del estudiante. Bajo este esquema, se consideró que el enfoque interdisciplinar complementado con la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel y de la Teoría de los Campos Conceptuales de G. Vergnaud ofrecen elementos valiosos que validan teóricamente la tesis planteada.

Por otra parte, profundizar en los conceptos para hacerlos aplicables en situaciones específica, también da cuenta del dominio cognitivo subyacente en el lenguaje que conecta estas disciplinas lo que demuestra el componente cualitativo de las ciencias duras como la matemática y la física. De esta forma, los individuos se adaptan a las situaciones que enfrentan, desde sus esquemas cognitivos los cuales resultan modificados durante la adaptación y esto, en palabras de Vergnaud, es aprendizaje significativo.

La experiencia relacionada con el análisis de Concepto de un movimiento de Lanzamiento de Proyectil en requirió de interpretación y manejo de la información de dada en los campos conceptuales de la matemática y la física y para su análisis cualitativo se utilizó el software especializado Atlas.ti v23

Referencias

- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México D.F., México: Trillas.
- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós.
- Briz, A., Serrano, A. (2018). Aprendizaje de las matemáticas a través del lenguaje de programación R en Educación Secundaria. *Educación matemática*, 30(1), 133-162. <https://dx.doi.org/10.24844/em3001.05>
- Cruz Tomé, M. (2003). El proceso de convergencia europea: ocasión de modernizar la universidad española si se produce un cambio de mentalidad en gestores, profesores y estudiantes. *Aula Abierta*, 82, 191-216. Oviedo: ICE Universidad
- Duarte, M., Montalvo, D., Valdés, D. (2019). Estrategias Disposicionales y Aprendizajes Significativos en el Aula Virtual. *Revista Educación*. Vol.43. Nº 2. Universidad de Costa Rica. Costa Rica.

- Díaz, F. y Hernández, G. (2002). Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo. México D.F., México: Mc Graw Hill.
- Hernández, Roberto; Fernández, Carlos y Baptista, Pilar. (2014). Metodología de la investigación. Quinta edición, McGraw Hill, México.
- La web del Maestro CMF(s/f): Tipos de Aprendizaje Significativo según Ausubel. webdelmaestrocmmf.com. Disponible en: <https://webdelmaestrocmmf.com/portal/tipos-de-aprendizaje-significativo-segun-ausubel/> el modelo de aprendizaje significativo (MAS)
- Lopezosa, C., Codina, LI. (2023) ChatGPT y software CAQDAS para el análisis cualitativo de entrevistas: pasos para combinar la inteligencia artificial de OpenAI con ATLAS. ti, Nvivo y MAXQDA.
- Ling, S., Sanny, J. Moebs, W. (2021). Física Universitaria. OpenStax. Volumen I.
- Montero, L., Mahecha, J. (2020). Comprensión y resolución de problemas matemáticos desde la macroestructura del texto. Praxis y Saber, Disponible en: <https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n26>.
- Moreira, M. A. (2008). Aprendizaje significativo: la asimilación ausubeliana desde una visión cognitiva contemporánea. En Rodríguez Palmero, M. L. (org.): La Teoría del Aprendizaje Significativo en la perspectiva de la Psicología Cognitiva. Barcelona: Ed. Octaedro. Págs. 198-221.
- Moreira, M. A. (2000). Aprendizaje significativo: teoría y práctica. Madrid: Visor.
- Moreira, M. A. (2004b). Lenguaje y aprendizaje significativo. En Aprendizaje significativo: interacción personal, progresividad y lenguaje. Moreira, M.A, Caballero, C., Rodríguez Palmero, M.L. (coord.). Servicio de Publicaciones Universidad de Burgos: 67-86.
- Obaya Valdivia, A. (2000). La concepción constructivista en la educación basada en competencias. ContactoS, 36, 65-67. [Consulta: 25-8-2011].
- Otero, R., y Otros (2014) Teoría de los Campos Conceptuales y la conceptualización en el aula Matemática y Física. Editorial Dunken. Buenos Aires. Disponible en: <https://books.google.es/books?id=IICSBAQAQBAJ&lpg=PA1&hl=es&pg=PA12#v=onepage&q&f=false>
- Paredes, J., Briones C, Inostroza, A. (2022) Enfoques de integración entre matemáticas y física. Análisis de un programa de estudio chileno. p.919
- Pease, M, Figallo, F. e Ysla, L. (Edit.) (2015). Cognición, Neurociencia y Aprendizaje. El adolescente en la educación superior. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. pp.12
- Rodríguez, M. (2004). Aprendizaje significativo e interacción personal. En Aprendizaje significativo: interacción personal, progresividad y lenguaje. Moreira, M.A., Caballero, C.
- Solórzano, S., Díaz, L. (2010) Reflexiones sobre los conceptos velocidad y rapidez de una partícula en física. Revista Mexicana de Física. Vol 56. Nº2. pp181-189
- Tieso, N. (2022) El aprendizaje transdisciplinario: un camino hacia la educación de calidad. Tercer y Cuarto párrafo
- Vergara, M., Valdés, E., Barrios, O. (2020) La formación de conceptos matemáticos en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la Matemática. Revista Conrado, Vol16. Nº74, 298-305
- Young, H., Freedman, R. (2009). Física Universitaria. Volumen I. Sears-Semansky Decimosegunda Edición
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. Recherches en Didactique des Mathématiques. Vol.10. Nº23. 133-170
- Vergnaud, G. (1997). The nature of mathematical concepts. In Nunes, T. and Briant, P. (Eds.). Learning and teaching mathematics, an international perspective. Hove (East Sussex). Psychology Press Ltd.