



JUGANDO A LA FÍSICA EN EL COLEGIO, NUEVA PROPUESTA EDUCATIVA (ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA TEÓRICO-PRÁCTICO)

Elberto Mateus Ramírez.
elbertomateus01@yahoo.es

RESUMEN

En este artículo se analiza la didáctica de la Física de bachillerato desde la perspectiva del juego y su injerencia en la motivación y la apropiación de los conceptos científicos en los jóvenes. En primera medida, se apoya en múltiples investigaciones que se han hecho a lo largo de la historia, desde los griegos hasta la actualidad, las cuales muestran ventajas que se obtienen cuando hay una relación íntima entre aprendizaje y juego, e incluye, todas las facetas del desarrollo humano como conductas cognitivas, habilidades funcionales, actividades sociales, habilidades del lenguaje, conductas afectivas y hasta ayuda al crecimiento del cerebro. Posteriormente, se muestra a la ciudad como un laboratorio natural de física en la que a diario se practican ejercicios relacionados con todas las temáticas tratadas en la asignatura. Luego, se reitera sobre la importancia de la comprensión conceptual de las magnitudes físicas fundamentales y su relación con las magnitudes físicas derivadas, así como la diferenciación entre magnitudes escalares y vectoriales. Finalmente y como un elemento adicional que da fuerza al proceso de aprendizaje estructurado, se describe paso a paso, la aplicación del novedoso juego "Construyendo ciudad" en la clase de Ciencias Naturales Física en el colegio, comenzando por la construcción de una ciudad en el aula de clase que sirve como tablero de juego, en el que se realizarán competencias entre pares por etapas similares a las carreras de observación tradicionales, mediante la ejecución de los cálculos matemáticos de las ecuaciones físicas con ayuda de fichas tridimensionales que al ensamblarse forman las magnitudes aprendidas en clase, con las cuales, se puede avanzar en el juego. Esta nueva alternativa se presenta como una opción viable para incluir la lúdica en las aulas de clase, con el propósito de promover el interés hacia la ciencia y mejorar el proceso de aprendizaje entre los jóvenes.

PALABRAS CLAVE: Juego, Física, ciudad, aprendizaje.



PLAYING PHYSICS AT SCHOOL, NEW EDUCATIONAL PROPOSAL (ANALYSIS OF THEORETICAL-PRACTICAL EXPERIENCE)

ABSTRACT

In this article we analyze the didactics of high school physics from the perspective of the game and its interference in the motivation and appropriation of scientific concepts in young people. In the first place, it is supported by multiple investigations that have been made throughout history, from the Greeks to the present, which show advantages that are obtained when there is an intimate relationship between learning and play, and includes, all facets of human development such as cognitive behaviors, functional abilities, social activities, language skills, affective behaviors and even helps the growth of the brain. Subsequently, the city is shown as a natural laboratory of physics in which daily exercises related to all the topics dealt with in the subject are practiced. Then, it is reiterated on the importance of the conceptual understanding of the fundamental physical magnitudes and their relation with the derived physical magnitudes, as well as the differentiation between scalar and vectorial magnitudes. Finally and as an additional element that gives strength to the structured learning process, it is described step by step, the application of the novel game "Building city" in the Physical Science class in the school, starting with the construction of a city in the class classroom that serves as a game board, in which peer competitions will be carried out by stages similar to traditional observation races, by executing the mathematical calculations of the physical equations with the help of three-dimensional cards that, when assembled, form the magnitudes learned in class, with which, you can advance in the game. This new alternative is presented as a viable option to include play in classrooms, with the purpose of promoting interest in science and improving the learning process among young people.

KEYWORDS: Play, Physics, city, learning.



INTRODUCCIÓN

La Física en el bachillerato, es la asignatura encargada de aproximar los estudiantes a la ciencia y la investigación, debido a que en ella se estudian los fenómenos naturales observables y los componentes fundamentales del universo, además, porque es la ciencia de la experimentación y el análisis de los eventos rutinarios como el movimiento, la fuerza, la energía, los eventos ondulatorios y eléctricos, con los cuales, los estudiantes interactúan a diario infinidad de veces, pero desafortunadamente, debido a las didácticas utilizadas en la actualidad no se está cumpliendo con el objetivo trazado, por el contrario, los está alejando de la ciencia y los predispone a considerar la investigación científica como aburrida en extremo y demasiado difícil.

Lo anterior sucede en parte, porque dicha asignatura está íntimamente relacionada con las Matemáticas que es una materia de acumulación de conceptos, además, porque ambas exigen en el estudiante alto grado de razonamiento y abstracción, y están planteadas en muchas instituciones educativas como asignaturas de línea dura que requieren para su promoción, trabajo duro y gran dedicación, por otra parte, en su enseñanza se utilizan didácticas como la exposición magistral o el aprendizaje por descubrimiento, que aunque pueden ser útiles y eficientes en niveles más avanzados, como en cursos universitarios donde los alumnos ya tienen definido su proyecto de estudio, no es el caso para la enseñanza en bachillerato, en donde se precisa motivar y generar gusto hacia la asignatura.

En los Estándares básicos de Ciencias Naturales (2004) se plantea, que la formación en ciencias significa "contribuir a la formación de ciudadanos y ciudadanas capaces de razonar, debatir, producir, convivir y desarrollar al máximo su potencial creativo" (p.5). Por lo tanto, la enseñanza de la física en bachillerato debe contribuir al desarrollo de la creatividad y el pensamiento crítico, pero sobre todo, motivar a los estudiantes a dejar salir el espíritu del científico que apareció en la etapa de niñez, cuando querían conocer de todo y no sufrían de vergüenza a la hora de realizar preguntas, y, que a medida que crecieron se fue diluyendo en parte, porque en la adolescencia salen del egocentrismo característico de la etapa anterior y buscan la aceptación social, según Silva (2006) "nuestros adolescentes nacen —y son determinados— por una sociedad que tiene unas características determinadas: individualista, tutelada, hedónica, con muchas posibilidades, competitiva, consumista, desilusionada, liberada, heterogénea, con problemas de identidad" (p. 57), por consiguiente, la escuela es la encargada de influenciarlos o determinarlos de manera positiva.

Una forma eficiente y eficaz de motivar, despertar curiosidad y generar gusto hacia el aprendizaje, es a través del juego y la lúdica, como se viene proponiendo desde épocas memorables con grandes filósofos como Platón (427 A.C.) y Aristóteles (384 A.C.), quienes consideraban a la lúdica, como una herramienta importante en el proceso de enseñanza de los niños, y este concepto se fue afianzando en el transcurso de la historia de la pedagogía hasta la actualidad, siendo así que, importantes científicos, filósofos, psicólogos y pedagogos en el pasado y en la actualidad han recomendado de manera especial, la utilización de juegos en los procesos educativos.

Por su parte, en la enseñanza de la física de bachillerato el docente encuentra infinidad de alternativas en el momento de diseñar didácticas relacionadas con el juego, porque como se puede observar en la mayoría de juegos y mecanismos de diversión diseñados por el hombre, estos se apoyan en las magnitudes físicas vistas en cada una de las temáticas propuestas por el Ministerio de Educación Nacional, es así que, es común ver a grandes y chicos divertirse con altas velocidades, cambios repentinos de aceleración, aplicación de fuerzas y torques, transformaciones de energías e incluso en la experimentación de corrientes eléctricas con mínimos voltajes.



Pero, no basta solamente relacionar la enseñanza con la diversión para alcanzar aprendizajes significativos, sino que se requiere, solucionar retos mentales con complejidad acorde a la edad manteniendo el interés, y esto se consigue creando tensión en los estudiantes a través de la competencia entre pares, por consiguiente, los juegos para la enseñanza de la física exigen como lo afirma Huizinga (2007), "que oprima y libere, que electrice y hechice". (p.24), y, según el mismo Huizinga, entre más difícil es el juego crea más tensión. En relación con estos preceptos, es pertinente indicar que existen juegos como el ajedrez que a simple vista parece aburrido, pero, cuando el jugador profundiza en sus tácticas y estrategias, resulta ser una de las actividades más apasionantes para el ser humano, porque en él se presentan grandes retos mentales con las características que menciona el autor.

Ahora, es válido hacer una comparación entre el juego ciencia (ajedrez), con la ciencia fundamental (física), porque en ambas actividades se utilizan habilidades cognitivas como percepción, atención, memoria, planificación, análisis de dimensiones espaciales, síntesis, ejecución e inferencia entre otras, por lo tanto, sería interesante que los docentes de física cambien su rol de transmisores de conocimientos por el de diseñadores de juegos relacionados con todas o parte de las habilidades cognitivas mencionadas anteriormente, para de esta forma, cambiar el concepto que tienen los estudiantes sobre la materia de aburrida y complicada, por el de una física divertida, apasionante y sobre todo cercana a ellos, y en definitiva, que no se llegue a las aulas a recibir clases de física, sino más bien, a jugar física.

SUSTENTO INVESTIGATIVO

Cuando se habla de enseñanza y aprendizaje en la actualidad, necesariamente, se deben tener en cuenta palabras como, curiosidad, confianza, norma, orden, interacción, asimilación, acomodación, imaginación, demostración, desarrollo, complejidad, creatividad, cooperación, solución, exploración, participación, trabajo, iniciativa, autonomía, confianza, concentración, satisfacción, cultura, éxito, libertad y motivación entre otras. La actividad que tiene el potencial de desarrollar en el ser humano todo lo anterior y presenta relación directa con el aprendizaje es el juego, además, porque estimula el autoaprendizaje de manera natural en los estudiantes.

Esta relación íntima entre aprendizaje y juego ha sido estudiada y comprobada en el trascurso de la historia por filósofos, psicólogos y pedagogos, iniciando prácticamente con Platón en el siglo V. a. C, quien consideraba las actividades lúdicas como el juego infantil, la música y la gimnasia esenciales para una buena educación, según Ballén (2010) "En el libro VII de la República, Platón explica los métodos con que se debe educar: sin coerción, con libertad, mediante el juego y el trabajo". (p. 39). El planteaba, el juego en el niño como una proyección al trabajo como adulto, siendo así, que si un niño jugaba a construir podría llegar a ser un buen arquitecto.

Pero, es en siglo XV, es cuando se comienza a tomar conciencia de la importancia de educar con ayuda del juego y la diversión, como lo afirma Lutero (1483) citado por Abbagnano y Visalberghi (1964), "es necesario hacer de modo que los niños encuentren en el estudio igual o mayor placer que en los juegos" (p. 175), a partir de esta época ya se considera que el proceso de aprendizaje debería ser agradable e interesante a los educandos. Y para el siglo XVII, Locke (1632) va más lejos en esta relación, pues considera según los mismos Abbagnano y Visalberghi (1964), "El juego enseña a medir las propias fuerzas, a dominarse, a actuar con provecho sobre el mundo externo." (p. 235). Con esta declaración Locke ya presenta al juego como una forma de enseñanza, el niño mientras juega está aprendiendo.

Más tarde, finalizando el siglo XIX, aparecen las primeras teorías psicológicas del juego. Moritz Lázarus (1883), por medio de la teoría de la relajación, sostiene, que el juego opera como terapia para descansar y relajarse luego de realizar actividades difíciles. Herbert Spencer (1885), plantea mediante la Teoría de excedentes de energía algo similar a Lázarus, pues considera que el juego actúa



como disipador de las energías sobrantes acumuladas durante las labores diarias. Mientras que Karl Groos (1898), con su teoría de la práctica o el pre-ejercicio, considera al juego, como una actividad básica, para iniciar el desarrollo de ciertas funciones necesarias en la vida del ser humano.

Luego, a comienzos del siglo XX, Granville Stanley Hall (1904), propone la teoría de la recapitulación, que consiste, en asociar al juego con la cultura, en donde los juegos en la niñez y la adolescencia muestran la evolución de la raza humana. Más adelante, Lev Vygotsky (1934), propone la teoría sociocultural, en la que asocia el pensamiento con el lenguaje y aparece el concepto de zonas de desarrollo próximo; para él, el juego cumple un importante papel en el proceso de desarrollo del niño, según Montañez y otros (2000), para Vygotsky "lo que caracteriza fundamentalmente al juego es que en él, se da el inicio del comportamiento conceptual o guiado" (p. 237), además, lo trascendental del juego, es que altera el comportamiento del niño a partir de una actividad imaginaria.

Posteriormente, Lev Piaget (1951), con la teoría de reestructuración cognitiva, relaciona los juegos con el proceso de asimilación durante la formación de estructuras cognitivas del niño, y lo utiliza para adaptar los hechos de la realidad a esquemas preexistentes. Sternberg (1989), acota, en la asimilación durante la fantasía del juego, el niño ignora las características físicas del objeto para transformarlas en otra cosa. También Piaget realiza una clasificación de los juegos de acuerdo a la evolución cognitiva del niño, que comienza por los juegos de ejercicios, pasando por los juegos simbólicos hasta llegar a los juegos de reglas, en los cuales fundamenta sus estudios sobre el desarrollo moral.

Más adelante, David Ausubel (1963), propone la teoría del aprendizaje significativo. El aprendizaje del alumno necesita una estructura cognitiva previa donde apoyar los nuevos conocimientos, de modo que se establezcan conexiones entre conceptos y puedan entrelazarse diversos campos del saber. Según Rodríguez (2011), "esta teoría se planteó como alternativa un modelo de enseñanza/aprendizaje basado en el descubrimiento, que privilegiaba el activismo y postulaba que se aprende aquello que se descubre" (p. 30). El juego tiene la particularidad de mantener el interés en el niño porque, aunque se repita el mismo juego una y otra vez, siempre existe la posibilidad de descubrir cosas nuevas.

Jerome Bruner (1972), considera que los juguetes le proporcionan andamiajes efectivos al niño, porque con ellos se mantiene el interés, se simplifican las tareas y se pueden hacer demostraciones. En el mismo año, Huizinga (1972), en su obra, *Homo Ludens*, considera al juego como un fenómeno cultural, que además es más viejo que la propia cultura humana, porque hasta los animales juegan sin que se les haya enseñado; él considera, que el juego da satisfacción a ideales de expresión y de convivencia además de crear orden. En la Unesco (1980) consideran al juego como un medio para que el docente conozca al niño a profundidad en el plano psicológico en sus componentes cultural y social.

A continuación, en el final del siglo XX como lo indican Montañez y otros (2000), se despertó aún más el interés en investigar sobre las ventajas que se obtienen de relacionar el juego con el proceso educativo al referirse a Michelet (1986), propone que el juego favorece el desarrollo de características de la personalidad como, afectividad, motricidad, inteligencia, creatividad y sociabilidad y a Álvarez (1987), el juego contribuye a crear condiciones idóneas para que el yo infantil se despliegue en estructuras de personalidad cada vez más complejas.

Posteriormente, en los últimos años continúa el interés por el tema, así que encontramos autores como, Montañez y otros (2000), a través del juego, el niño desarrolla su creatividad, personalidad y habilidades sociales, sus capacidades intelectuales y psicomotoras, sus habilidades en la resolución de problemas y en general le proporciona las experiencias que le enseñan a vivir en sociedad, a conocer sus posibilidades y limitaciones, a crecer y madurar. Moreano (2016), "Un juego que proporcione a los niños algo



interesante y estimulante los lleva a actividades mentales complejas” (p. 37). Porque, en definitiva, el propósito final de la enseñanza radica en desarrollar en los niños el pensamiento complejo.

Por último, es de resaltar la clasificación de facetas de desarrollo humano que los juegos favorecen propuesta en el sistema ESAR por, Garon, Filion y Doucet (1996), tomadas de Montañez y otros (2000):

- 1- Conductas cognitivas: sensorio motriz, simbólica, intuitiva, operación concreta, y operación formal
- 2- Habilidades funcionales: exploración, imitación, eficacia y creación
- 3- Actividades sociales: individual, participación colectiva y participación variable
- 4- Habilidades del lenguaje: receptivo oral y escrito, productivo oral y escrito
- 5- Conductas afectivas: confianza, autonomía, iniciativa, trabajo e identidad.
- 6- Unesco (1968). Ayuda al crecimiento del cerebro y condiciona el desarrollo del individuo. (p.69)

METODOLOGÍA

El análisis de la presente propuesta educativa, se realiza a partir de la aplicación del juego “Construyendo Ciudad” en las clases de Física del grado décimo de la Institución Educativa Andrés Báez de Sotomayor de la ciudad de Bucaramanga, que consiste, en una competencia de observación por etapas realizada en un modelo de ciudad construida en el aula de clase. Allí, jugando de manera grupal o individual los estudiantes aplican los conceptos y teorías aprendidas en la asignatura utilizando fichas tridimensionales con las que forman magnitudes derivadas, y a partir de estas, desarrollan las ecuaciones de los diferentes tipos de movimiento con los que progresan en el juego.

El paradigma establecido es el post-positivista desde la teoría constructivista, en el cual, la comprensión del mundo parte de realidades relativas y subjetivas, y el sujeto, necesariamente hace parte de dicha realidad, además, teniendo en cuenta la afirmación de Ortiz (2015) “Desde el constructivismo, se puede pensar en dicho proceso como una interacción dialéctica entre los conocimientos del docente y los del estudiante, que entran en discusión, oposición y diálogo, para llevar a una síntesis productiva y significativa” (p. 97). Porque, es precisamente una interacción continua sobre pre saberes la que se alcanza con el juego, y no solamente entre docente y estudiante, sino también, entre estudiante y estudiante.

La metodología corresponde al enfoque cualitativo apegándose al concepto de Martínez (2006), “se trata del estudio de un todo integrado que forma o constituye una unidad de análisis y que hace que algo sea lo que es: Una persona, una entidad étnica, social, empresarial, un producto determinado, etc.” (p. 128). No se puede hablar por separado sobre las posibles ventajas que se pretenden obtener con el cambio de modelo educativo propuesto ya que, una mejoría en la motivación de los estudiantes, arrastraría consigo, posibles mejoras en lo cognitivo, lo actitudinal, lo social, lo disciplinario entre otros, es decir integralmente, además, como asevera Ramos (2015). El estudio cualitativo busca la comprensión de los fenómenos en su ambiente usual, desarrollando la información basada en la descripción de situaciones, lugares, periódicos, textos, individuos, etc. (p. 15), y este proyecto se desarrolla en un ambiente completamente natural.



La técnica que se optó fue la observación participante, Kawulich (2005). Refiriéndose a DeWalt & DeWalt (2002) "La observación participante es el proceso que faculta a los investigadores a aprender acerca de las actividades de las personas en estudio en el escenario natural a través de la observación y participando en sus actividades" (p. 2). En este modelo educativo emergente que pretende transformar la clase de Física en un juego permanente, todos los participantes (estudiantes y docentes) van a aprender de él, y a ayudar en su construcción y mejoras en el transcurso de las actividades, y en su consolidación se va a necesitar no solamente un análisis como el del presente artículo, sino más bien, de un trabajo mancomunado de expertos en educación que se interesen en el tema y que consideren diseminarlo en otras asignaturas.

FÍSICA EN LA CIUDAD.

La asignatura de Física a nivel de bachillerato se sustenta, desde la guía No 7 de los estándares básicos de competencias en ciencias (2004) y los derechos básicos de aprendizaje (2016), diseñados en el Ministerio de Educación Nacional (MEN), con el objetivo de capacitar ciudadanos que se involucren de forma directa en el desarrollo tecnológico y científico del mundo actual, a partir de la comprensión de las magnitudes físicas fundamentales y su relación con las magnitudes derivadas, con las que facilitan el análisis de procesos físicos como: las relaciones, consecuencias y modelos matemáticos de fuerzas actuando sobre objetos, la conservación y transformación de energía, la relación entre conservación del momento lineal y el impulso, el comportamiento de los fluidos en movimiento y reposo, los fenómenos ondulatorios, las relaciones entre campo gravitacional y electrostático así como entre campo eléctrico y magnético, las relaciones entre voltaje, corriente y resistencia en los circuitos eléctricos.

Para alcanzar dichos propósitos, los docentes del área se encuentran ante la disyuntiva de escoger el tipo de enseñanza y por consiguiente la didáctica adecuada acorde con el nivel de conocimientos del grupo de estudio, dentro de la amplia gama de propuestas existentes que van como lo afirma Kleir, (2012).

Desde una enseñanza de la física "cultura", de alto vuelo teórico, desconectada a la vida cotidiana del estudiante, un docente erudito y una asignatura ahistórica, a una enseñanza "práctica" con un docente orientador, un plan flexible, con una teoría secundaria en el aprendizaje del alumno y tratando de responder a fenómenos científicos – tecnológicos diarios, entre medio enseñanza intuitiva, con escaso autoanálisis crítico del docente, muy estandarizada, una enseñanza sin rupturas. (p.22)

Por consiguiente, si el grupo está maduro académicamente con objetivos claros respecto a su proceso de aprendizaje, se puede optar por la física de alto vuelo teórico o similar sin temor al fracaso, mientras que si es como el caso del presente análisis, estudiantes de educación media con edades entre 14 y 16 años, prácticamente obligados a recibir clases de materias que ellos no han considerado ni considerarían si se les tomara en cuenta, en donde lo que prima es la motivación de iniciación, lo más recomendable es trazar un plan flexible pensando en sus intereses, relacionado con su cotidianidad o con procesos físicos que practican en su trascurrir diario, es decir, un aprendizaje desde su contexto.

En consecuencia, a la hora de enseñar Física en bachillerato a grupos por lo generalmente multitudinarios para el caso de instituciones educativas en Colombia, es necesario trabajar en un contexto que se adapte a la totalidad de los integrantes de dichos grupos, y esto se puede lograr, utilizando las acciones cotidianas que ocurren en el trascurrir de una ciudad, en donde los estudiantes aplican todos los procesos físicos mencionados anteriormente, sin realizar el análisis académico que se logra en el aula de clase. En este orden de ideas, se puede tomar a la ciudad como un gran laboratorio para practicar y analizar los conceptos y teorías físicas utilizando las actividades que a diario realizan los alumnos.



Es así que, en este laboratorio todos los habitantes (incluyendo los estudiantes de Física) trabajan sin darse cuenta sobre las magnitudes físicas vistas en la asignatura, a partir de un sistema de referencia similar al plano cartesiano en donde los ejes son las calles y las carreras, en este sistema referencial se avanza con velocidad constante o variable, con movimiento rectilíneo o circular, se realiza el movimiento parabólico o el pendular, se aplican fuerzas, torques, energías, potencias, cantidades de movimiento e impulsos, se trabaja la mecánica de fluidos incluyendo la hidrostática y la hidrodinámica, se utilizan para comodidad los eventos ondulatorios, los fenómenos eléctricos, magnéticos y termodinámicos, en fin, en la cotidianidad de la ciudad se aplican todos los conceptos tratados en clase de Física de bachillerato.

MAGNITUDES FÍSICAS

Para comenzar a jugar física se precisa tener claro el concepto de magnitud, que en el diccionario de la Real Academia de la Lengua española (2014), lo definen como "propiedad física que puede ser medida", por lo tanto, el proceso de enseñanza de la física gira alrededor de acciones que se pueden medir llamadas magnitudes físicas como el desplazamiento, la velocidad, la aceleración y la fuerza entre otras, razón por la cual, se requieren instrumentos y herramientas de medidas para obtener información de los fenómenos físicos, y además, del lenguaje matemático traducido en ecuaciones, con las cuales se relacionan las cantidades obtenidas de dichas mediciones para sacar conclusiones y entender los fenómenos estudiados.

Estas magnitudes se pueden clasificar de acuerdo a la dependencia con otras para su fundamentación y a la manera de entenderlas a partir de las medidas registradas, siendo así que, en la primera clasificación se tiene a las magnitudes fundamentales, definidas como aquellas que no necesitan de otras magnitudes para existir como la longitud, la masa y el tiempo etc. (ver tabla 1), y por otra parte, las magnitudes derivadas que como su nombre lo indica, se derivan de otras o que nacen a partir de combinaciones entre magnitudes, como la velocidad que se forma al combinar la longitud y el tiempo o la densidad que depende de la relación entre la masa y el volumen (ver tabla 2).

En la segunda clasificación se encuentran las magnitudes escalares, las cuales se pueden comprender claramente al indicar tan solo el valor y la unidad de medida, por ejemplo, se puede decir 10 grados centígrados, 5 segundos o 4 metros cuadrados, y el oyente entiende que se refieren a el tiempo, la temperatura o el área en su orden, mientras que para entender las magnitudes vectoriales, además de su valor y unidad de medida es necesario indicar hacia donde se dirige en el sistema de referencia, de manera que cuando se habla de una fuerza, una velocidad o un desplazamiento es indispensable además del tamaño, definir claramente hacia dónde se dirigen, y esto se logra con una flecha llamada vector, el cual es una representación gráfica de la magnitud en la que se muestra el modulo o tamaño, la dirección y el sentido (ver figura 1).

Tabla 1. Magnitudes fundamentales

Magnitud física	Unidad	
	Nombre	Símbolo
Longitud	Metro	m
Masa	Kilogramo	kg
Tiempo	Segundo	s
Temperatura	grado kelvin	K
Intensidad de corriente	Amperio	A
Cantidad de sustancia	Mol	mol
Intensidad luminosa	Candela	Cd

Fuente: <http://aprenderfisicayquimica.weebly.com/>

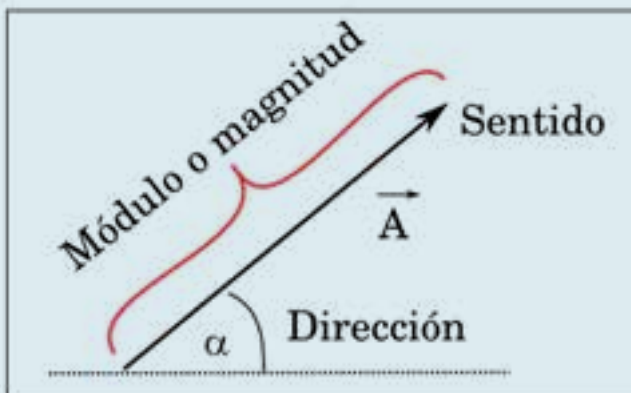


Tabla 2. Magnitudes derivadas

Magnitudes físicas y unidades derivadas del sistema internacional (SI)		
Magnitud	Unidad	Símbolo
Área (S)	metro cuadrado	m ²
Volumen (V)	metro cúbico	m ³
Densidad (d, ρ)	kilogramo por metro cúbico	kg/m ³
Velocidad (v)	metro por segundo	m/s
Aceleración (a)	metro por segundo cuadrado	m/s ²
Fuerza (F)	Newton	N
Presión (P)	Pascal	Pa
Energía (E)	Julio	J
Trabajo (W)	Julio	J
Potencia (P)	Watio	W
Carga eléctrica (q)	Culombio	C
Resistencia eléctrica (R)	Ohmio	Ω
Voltaje (V)	Voltio	V

Fuente: <http://aprenderfisicayquimica.weebly.com/>

Figura 1: Vector



Fuente: fisic.ch. contenidos elementos básicos vectores



LA CIUDAD COMO JUEGO.

Como se indicó anteriormente, una ciudad se puede consolidar como laboratorio para prácticas de las clases de Física, pero allí se presentan múltiples inconvenientes por las grandes distancias que se manejan, el congestionamiento vehicular y los riesgos de visitar ciertas zonas críticas con menores de edad entre otros, por lo que es más sencillo y cómodo llevar la ciudad al aula de clase en forma de juego. Siendo así, en la Institución Educativa Andrés Bóez de Sotomayor de la ciudad de Bucaramanga (Santander, Colombia), con los estudiantes de los grados decimo y once, se propone el proyecto "Construyendo Ciudad", que consiste en la construcción de una ciudad en el salón de clase con el fin de hacer competencias en forma de retos, en los cuales se aplican las ecuaciones físicas para cumplir con los objetivos propuestos por el docente.

La base de la ciudad o el tablero de juego es un cuadrado referenciado por un sistema similar al plano cartesiano, medido en metros (69 x 69 m), dividido en cuatro sectores simétricos formados por 16 manzanas cada uno, en donde se resalta la importancia de las vías peatonales o aceras en cada una de ellas y las cebras en las esquinas para el cruce seguro de las vías vehiculares lentas por parte de los peatones. Estos sectores se separan por dos avenidas rápidas de ocho carriles que forman una cruz, unida en el centro por una gran redoma de cuatro carriles vehiculares en cuyo centro se instala el edificio principal, mientras que en la periferia se encuentra una avenida circunvalar de carriles rápidos que rodea a la ciudad en su totalidad con 4 rectas de lado a lado, unidas por semicírculos de 90°. (Ver figura 2).

Figura 2: Base de la ciudad o tablero de juego



Fuente: Autor 2019

En los cuatro sectores y ocupando entre una y cuatro manzanas, los estudiantes agrupados en consorcios construyen edificios móviles de libre diseño de acuerdo a su creatividad, entre los que pueden incluir: edificios de habitación, museos, iglesias, universidades, colegios, hospitales, estadios deportivos, centros comerciales, parques y cuanta obra civil se pueda construir en ella (ver figura 3). Más adelante entre los estudiantes se proyecta construir en uno de los sectores, un parque de diversiones que incluya aparatos mecánicos como montañas rusas, ruedas de chicao, carruseles, carros chocones, barcos piratas, trenes y muchos más (ver figura 4), con el fin de aprovechar la gran cantidad de ejercicios de física que se desarrollan allí. Cada una de las edificaciones o los juegos mecánicos puede cambiar de sitio al iniciar un nuevo juego para hacerlo diferente al juego anterior.



Figura 3: Ciudad con edificaciones



Fuente: autor 2019

Figura 4: Parque de diversiones



Fuente: <https://tusbuenasnoticias.com/economía-y-turismo>



En la ciudad descrita anteriormente, los estudiantes compiten en una carrera de observación por etapas contra el tiempo y cumpliendo retos en cada una de las estaciones, pudiendo avanzar tan rápido de acuerdo al sitio donde se encuentran, es así que, en las aceras o en los parques se permite caminar a velocidades mínimas, en las vías vehiculares lentas se pueden movilizar a velocidad constante respetando el límite establecido y en las avenidas rápidas se permiten velocidades variables o con aceleración, siempre y cuando se respeten los límites de velocidad acordados; en los sectores curvos de las avenidas no se permiten aceleraciones, queriendo decir con esto, que la velocidad con que se entra a la curva es la misma con la que se sale de ella.

En cada etapa, los jugadores pueden escoger el recorrido que consideren más conveniente, respetando en cada caso las normas de juego y los límites de velocidad, por ejemplo, un jugador decide avanzar por el recorrido más corto, pero es a la vez en el que se realizan más paradas, mientras que otro jugador escoge la vía más rápida, aunque de mayor longitud, y el último puede escoger una vía intermedia o incluir recorridos curvos. Dentro de las normas preestablecidas, se prohíbe sobrepasar en las aceras y los parques, hacer sobrepasos por encima en las vías vehiculares, avanzar en la dirección opuesta a la indicada por las flechas dibujadas en la vía, parar en los cruces de las vías y en las cebras, acelerar en curvas.

Además de los avances horizontales en las vías de la ciudad, los participantes pueden subir o bajar por rampas, escaleras o los mecanismos disponibles en las edificaciones como ascensores o polipastos. En cada estación los competidores encuentran una tarjeta AVANCE HASTA que les indica hasta donde deben ir en la siguiente etapa y las recomendaciones que deben seguir, así como otra tarjeta llamada RETO en la que encuentran una pregunta de física con cuatro posibles respuestas, de las cuales deben acertar la correcta para continuar o en su defecto se le aplicaran sanciones de tiempo. Los retos propuestos por el docente o los acordados por los participantes pueden incluir las actividades físicas de las temáticas actuales o los que no necesitan un desplazamiento personal como el equilibrio, electricidad, magnetismo, ondas, presiones e incluso lanzamientos parabólicos y semiparabólicos entre otros.

Aparte de las tarjetas mencionadas en el anterior párrafo, el juego contiene la tarjeta ÁNGULO que se utiliza para realizar un giro único al inicio de cada recorrido (ver figura 5), dos dados de cartón piedra, en donde el puntaje del dado TIEMPO se toma como el tiempo en transcurrido para todos los jugadores en segundos, mientras que con el puntaje del dado restante se adquieren o se compran, la tarjeta ANGLULO y seis tipos de fichas tridimensionales que se ensamblan entre sí para armar vectores o magnitudes físicas derivadas como se indica a continuación:

Figura 5: Tarjetas del juego



Fuente: autor 2019



Ficha PERMANENTE: Cono de color con una sección tubular hembra de ensamble en la parte central de la base (ver figura 6). Cada jugador o equipo de juego escoge un color al comienzo de la partida y lo mantendrán hasta el final. Al ensamblarse de forma directa con la ficha LONGITUD forman una flecha que representa un vector desplazamiento necesario para todas las magnitudes físicas vectoriales como se explicó anteriormente.

Figura 6: Fichas permanente (cono de color)



Fuente: autor 2019

Ficha LONGITUD: Cilindro con sección tubular macho en la parte superior, hembra en la parte inferior y dos orificios laterales para ensamble. Representa la unidad de medida de longitud básica, 1 metro, hace parte de las magnitudes fundamentales junto con la masa y el tiempo, sobre las que se basa el sistema internacional de medidas MKS creado tras la firma de la convención del metro del 20 de mayo de 1875. Esta ficha se ensambla de forma directa en las partes superior e inferior con otras fichas LONGITUD para aumentar el tamaño, en su parte superior se acopla con la ficha permanente para formar una magnitud vectorial, y con los complementos matemáticos, se une en su parte inferior con la ficha DIVISIÓN y en forma lateral con la ficha MULTIPLICACIÓN (ver figura 7).

Figura 7: Fichas LONGITUD



Fuente: autor 2019



Ficha MASA: Cilindro con cintura superior similar a las masas de laboratorio que cuenta con sección tubular macho en la parte superior, hembra en la parte inferior y dos orificios laterales. Representa un kilogramo. Igual que la ficha LONGITUD pertenece a las magnitudes fundamentales y se puede aumentar al ensamblarse con otras fichas MASA, también mediante los complementos matemáticos fichas MULTIPLICACIÓN y DIVISIÓN, se ensambla con otras fichas de magnitudes fundamentales de manera similar a la ficha LONGITUD. (ver figura 8).

Figura 8: Fichas MASA



Fuente: autor 2019

Ficha TIEMPO: La tercera magnitud fundamental del sistema MKS y viene dada en forma de tronco cónico con una sección tubular en la parte superior para facilitar el ensamble con la ficha DIVISIÓN y dos orificios laterales con los que se puede unir a la ficha MULTIPLICACIÓN. Representa 1 segundo. A diferencia de las dos anteriores no se ensambla directamente con otra ficha "TIEMPO" por lo que no se puede aumentar (ver figura 9).

Figura 5: Fichas TIEMPO



Fuente: autor 2019



Ficha "MULTIPLICACIÓN": Hexágono marcado con la letra X, atravesado por un eje horizontal que facilita la unión con las magnitudes fundamentales que se desee multiplicar, es un complemento matemático (ver figura 10).

Figura 10: Ficha MULTIPLICACIÓN



Fuente: autor 2019

Ficha "DIVISIÓN": Lámina rectangular con cinco secciones tubulares macho en la parte superior y cinco secciones tubulares hembra en la parte inferior en donde se conecta con las magnitudes fundamentales. Es el segundo complemento matemático (ver figura 11).

Figura 11: Ficha DIVISIÓN



Fuente: autor 2019



Como se dijo anteriormente, el juego consiste en realizar una serie de etapas utilizando el menor tiempo posible y resolviendo preguntas de física en cada estación, en donde se adiciona un tiempo como sanción a las respuestas erradas, siendo el ganador el equipo o jugador que utilice el menor tiempo en el trayecto. Antes de iniciar la partida, el docente o encargado de la planeación prepara e tablero de juego, ubicando en cada estación la tarjeta AVANCE HASTA correspondiente y el número de tarjetas RETO igual al número de participantes teniendo en cuenta que en cada estación las tarjetas RETO deben contener la misma temática, así como, ubicar los edificios en la ciudad de acuerdo con las etapas planeadas.







Se inicia con la escogencia de la ficha permanente o cono de color por parte de los jugadores y la asignación de los turnos de avance de manera aleatoria por medio de un dado, el jugador que obtenga el mayor puntaje inicia la partida y los demás lo siguen según su puntaje en orden descendente. Se ubican los conos en el sitio de partida y en el orden de juego van destapando la carta RETO de la salida para responder a la pregunta. Cada tarjeta tiene cuatro posibilidades de respuesta y una sola verdadera, por cada respuesta fallida, el jugador será sancionado con tres segundos que se le sumaran al tiempo total de recorrido.

Posteriormente, cada jugador respetando el orden asignado lanza al aire el dado para comprar o adquirir la cantidad de elementos de acuerdo al puntaje obtenido. Dentro de estos elementos ofertados se encuentran las fichas de magnitudes fundamentales (LONGITUD, MASA y TIEMPO), las fichas complementos matemáticos (MULTIPLICACIÓN y DIVISIÓN) y la tarjeta ANGULO. De acuerdo a los conocimientos adquiridos por parte de los estudiantes y a los conceptos propuestos en la tarjeta AVANCE HASTA, pueden construir con las fichas adquiridas la amplia gama de magnitudes derivadas (ver tabla 3) que a continuación se explican.




Tabla 3. Magnitudes derivadas ensambladas con las fichas del juego

Magnitud Derivada	Definición	Ecuación	Mínimo de fichas para su ensamble	Magnitud derivada mínima ensamblada
Desplazamiento	Pérez (2007). Magnitud física vectorial que sirve para expresar el cambio de posición efectivo entre dos puntos efectuados por un móvil (p. 3)		1 ficha LONGITUD 1 ficha permanente (CONO) (ver figura 12)	Figura 12: Un metro (1 m) 
Área (A)	Superficie comprendida dentro de un perímetro	$A = L \times L$ Donde: A es Área L es Longitud	2 fichas LONGITUD 1 ficha MULTIPLICACIÓN (ver figura 13)	Figura 13: Un metro cuadrado (1 m ²) 






<p>Volumen (V)</p>	<p>Magnitud física que expresa la extensión de un cuerpo en tres dimensiones, largo, ancho y alto, y cuya unidad en el sistema internacional es el metro cúbico (m³)</p>	<p>$V = L \times L \times L$</p> <p>Donde: V es Volumen L es Longitud</p>	<p>3 fichas LONGITUD</p> <p>2 fichas MULTIPLICACIÓN</p> <p>(ver figura 14)</p>	<p>Figura 14: Un metro cubico (1 m³)</p> 
<p>Densidad ()</p>	<p>Magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo, y cuya unidad en el sistema internacional es el kilogramo por metro cúbico (kg/m³)</p>	<p>$= M/V$</p> <p>$= M/(L \times L \times L)$</p> <p>Donde: es Densidad L es Longitud M es Masa</p>	<p>3 fichas LONGITUD</p> <p>1 ficha MASA</p> <p>2 ficha MULTIPLICACIÓN</p> <p>1 ficha DIVISIÓN</p> <p>(ver figura 15)</p>	<p>Figura 15: 1 Kilogramo sobre metro cubico (1 Kg/m³)</p> 
<p>Velocidad (v)</p>	<p>Magnitud física que expresa el espacio recorrido por un móvil en la unidad de tiempo, y cuya unidad en el sistema internacional es el metro por segundo (m/s).</p>	<p>$v = L/T$</p> <p>Donde: v es velocidad L es Longitud T es tiempo</p>	<p>1 ficha LONGITUD</p> <p>1 Ficha TIEMPO</p> <p>1 ficha DIVISIÓN</p> <p>1 ficha permanente (CONO)</p> <p>(ver figura 16)</p>	<p>Figura 16: Un metro sobre segundo (1 m/s)</p> 
<p>Aceleración (a)</p>	<p>Magnitud que expresa la variación de la velocidad en la unidad de tiempo, y cuya unidad en el sistema internacional es el metro por segundo cada segundo (m/s²)</p>	<p>$a = v/T$</p> <p>$a = L/T \times T$</p> <p>Donde: a es aceleración L es Longitud T es tiempo v es velocidad</p>	<p>1 ficha LONGITUD</p> <p>2 Fichas TIEMPO</p> <p>1 ficha MULTIPLICACIÓN</p> <p>1 ficha DIVISIÓN</p> <p>1 ficha permanente (CONO)</p> <p>(ver figura 17)</p>	<p>Figura 17: Un metron sobre segundo cuadrado (1 m/s²)</p> 






<p>Fuerza (F)</p>	<p>Causa capaz de modificar el estado de reposo o demovimiento de un cuerpo, o de deformarlo.</p>	<p>$F = M \times a$ $F = M \times L / (T \times T)$ Donde: F es fuerza a es aceleración L es Longitud M es masa T es tiempo</p>	<p>1 ficha LONGITUD 1 ficha MASA 2 Fichas TIEMPO 2 fichas MULTIPLICACIÓN 1 ficha DIVISIÓN 1 ficha permanente (CONO) (ver figura 18)</p>	<p>Figura 18: Un newton (1 N)</p> 
<p>Torque ()</p>	<p>Magnitud resultante del producto del valor de una fuerza por su distancia a un punto de referencia. Es llamado también momento de fuerza</p>	<p>$= F \times L$ $= M \times L \times L / (T \times T)$ Donde: es torque F es fuerza L es Longitud M es masa T es tiempo</p>	<p>2 fichas LONGITUD 1 ficha MASA 2 Fichas TIEMPO 3 fichas MULTIPLICACIÓN 1 ficha DIVISIÓN 1 ficha permanente (CONO) (ver figura 19)</p>	<p>Figura 19: Un newton por metro (1 Nm)</p>  <p>Fuente: Propia</p>
<p>Cantidad de Movimiento (p)</p>	<p>Magnitud vectorial que resulta de multiplicar la masa de un móvil por su velocidad. Es llamado también momento lineal</p>	<p>$p = M \times v$ $p = M \times L / T$ Donde: p es cantidad de movimiento v es velocidad L es Longitud M es masa T es tiempo</p>	<p>1 ficha LONGITUD 1 ficha MASA 1 Ficha TIEMPO 1 ficha MULTIPLICACIÓN 1 ficha DIVISIÓN 1 ficha permanente (CONO) (ver figura 20)</p>	<p>Figura 20: Un kilogramo metro sobre segundo (1 Kg m/s)</p> 



<p>Impulso (I):</p>	<p>Fuerza que hace moverse a un cuerpo.</p>	<p>$I = F \times T$ $I = M \times L \times T / (T \times T)$ Donde: I es impulso F es fuerza L es Longitud M es masa T es tiempo</p>	<p>1 ficha LONGITUD 1 ficha MASA 3 Fichas TIEMPO 3 fichas MULTIPLICACIÓN 1 ficha DIVISIÓN 1 ficha permanente (CONO) (ver figura 21)</p>	<p>Figura 21: Un newton por segundo (1 Ns)</p> 
<p>Trabajo (W):</p>	<p>Producto de la Fuerza por la distancia que recorre su punto de aplicación.</p>	<p>$W = F \times L$ $W = M \times L \times L / (T \times T)$ Donde: W es trabajo F es fuerza L es Longitud M es masa T es tiempo</p>	<p>2 fichas LONGITUD 1 ficha MASA 2 Fichas TIEMPO 3 fichas MULTIPLICACIÓN 1 ficha DIVISIÓN (ver figura 22)</p>	<p>Figura 22: Un julio (1j)</p> 
<p>Energía Potencial (Ep)</p>	<p>Capacidad de un cuerpo para realizar trabajo en razón de suposición en un campo de fuerzas</p>	<p>$E_p = M \times g \times h$ $E_p = M \times a \times L$ $E_p = M \times L \times L / (T \times T)$ *</p>	<p>2 fichas LONGITUD 1 ficha MASA 2 Fichas TIEMPO 3 fichas MULTIPLICACIÓN 1 ficha DIVISIÓN (ver figura 23)</p>	<p>Figura 23: Un julio (1j)</p>  <p>* Donde: Ep es energía potencial g es aceleración de la gravedad h es altura a es aceleración L es Longitud M es masa T es tiempo</p>



Energía cinética (Ec)	Energía que posee un cuerpo por razón de su movimiento	$E_c = M \times v^2 / 2$ $E_c = M \times L \times L / (T \times T)$ Donde: Ec es energía cinética F es fuerza L es Longitud M es masa T es tiempo	2 fichas LONGITUD 1 ficha MASA 2 Fichas TIEMPO 3 fichas MULTIPLICACIÓN 1 ficha DIVISIÓN (ver figura 24)	Figura 24: Un julio (1j) 
Presión (P)	Magnitud física que expresa la fuerza ejercida por un cuerpo sobre la unidad de superficie y cuya unidad en el sistema internacional es el pascal.	$P = F / A$ $P = M \times L / (T \times T \times L \times L)$ Donde: P es presión F es fuerza A es área L es Longitud M es masa T es tiempo	3 fichas LONGITUD 1 ficha MASA 2 Fichas TIEMPO 4 fichas MULTIPLICACIÓN 1 ficha DIVISIÓN (ver figura 25)	Figura 25: Un pascal (1 pa) 
Potencia (Pot)	Cantidad de energía producida o consumida por unidad de tiempo.	$Pot = W / T$ $Pot = M \times L \times L / (T \times T \times T)$ Donde: Pot es potencia W es trabajo L es Longitud M es masa T es tiempo	2 fichas LONGITUD 1 ficha MASA 3 Fichas TIEMPO 4 fichas MULTIPLICACIÓN 1 ficha DIVISIÓN (ver figura 26)	Figura 26: Un wattio (1 w) 

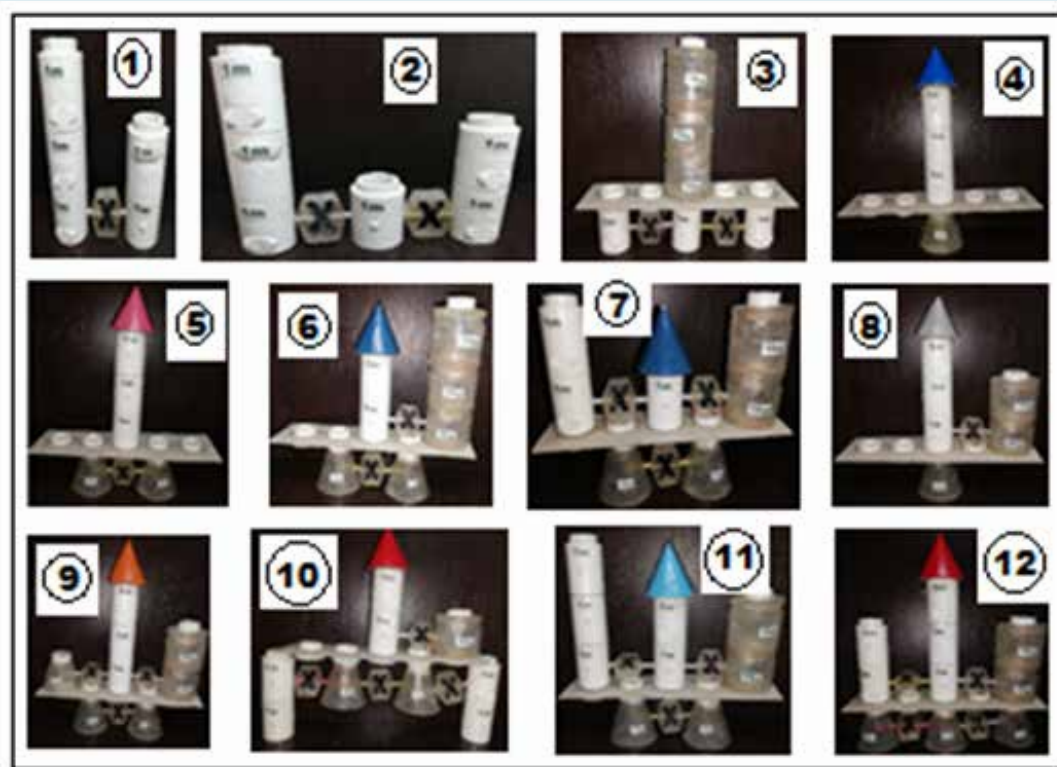
Fuente: autor 2019

Es importante anotar que todas las definiciones de las magnitudes de la tabla 3 a excepción del desplazamiento, se tomaron del diccionario de la lengua española (2014). Que las figuras 19 torque, 22 trabajo, 24 energía potencial y 25 energía cinética corresponden a la misma, debido a que tanto trabajo como torque corresponden a una fuerza por distancia, pero en el torque la fuerza es perpendicular a la línea de distancia produciendo un giro, mientras que en el trabajo la fuerza es paralela a la línea y ocasiona un avance del objeto, y las energías potencial y cinética tienen la misma unidad de medida que el trabajo (julio) porque la energía se puede transformar en trabajo. Por último, que un impulso figura 21 se transforma en cantidad de movimiento figura 20 al eliminar un TIEMPO arriba y uno abajo.



Por otra parte, se debe tener en cuenta que las figuras ensambladas mostradas en la tabla corresponden a la unidad, pero, los jugadores pueden armar magnitudes de mayor tamaño dependiendo de lo planeado o calculado por ellos como se muestran en la figura 27, esta figura muestra lo siguiente: 1. Área de 6 m^2 , 2. Volumen de 6 m^3 , 3. Densidad de 2 Kg/m^3 , 4. Velocidad de 3 m/s , 5 aceleración de 3 m/s^2 , 6. Fuerza de 6 N , 7. Torque de $4 \text{ N}\cdot\text{m}$, o trabajo, energía potencial o energía cinética de 4 J , 8. Cantidad de movimiento de $6 \text{ Kg}\cdot\text{m/s}$, 9. impulso de $6 \text{ N}\cdot\text{s}$, 10. Presión de $0,5 \text{ Pa}$, 11. Trabajo o energía de 12 J y 12. Potencia de 12 W .

Figura 27: Magnitudes derivadas diferentes a la unidad.



Fuente: autor 2019

Continuando con la explicación del juego, que quedó en la adquisición de las fichas mediante el dado por parte de los jugadores para armar magnitudes derivadas, el siguiente paso corresponde al lanzamiento del dado por del docente o uno de los jugadores, en donde el puntaje obtenido indica para todos los jugadores el tiempo en segundos transcurrido el cual se puede multiplicar con la magnitud ensamblada y así de esta forma avanzar con la ficha permanente. Cada uno utiliza la totalidad de segundos mostrados por el dado o una cantidad menor, que al multiplicarlos con su magnitud se obtiene la cantidad de metros que puede avanzar.

Se puede hacer un solo tipo de movimiento en cada ronda después de los lanzamientos de los dados, ya sea, movimiento rectilíneo uniforme o con velocidad constante, movimiento rectilíneo acelerado, movimiento circular o movimiento parabólico o se puede pasar acumulando los segundos para el próximo lanzamiento. Cuando se necesita hacer un giro, se inicia con la tarjeta ANGULO (no se puede hacer el giro al final del movimiento), y luego se realiza el movimiento correspondiente. Cada vez que se avance en el juego, se debe entregar la totalidad de las fichas compradas de tal forma que, en la siguiente ronda se compren nuevas fichas con el fin de armar una nueva magnitud derivada.



Al finalizar el movimiento se apunta en la planilla de juego: las fichas compradas y la magnitud ensamblada con ellas, las coordenadas de inicio y llegada, el tiempo transcurrido, el tiempo utilizado en la ecuación y el tiempo de sanción del reto en la estación de inicio de etapa. Si llegado el caso, se utiliza un tiempo para resolver la ecuación que implique llegar hasta sitios no permitidos como pasar una señal de tránsito PARE, estacionar en las cebras, en los cruces de vías o en las avenidas principales, salirse de la vía y sobrepasar o no alcanzar el objetivo de un lanzamiento parabólico, se pierde el turno de avance, quedando en el mismo sitio de partida y entregando las fichas adquiridas tal como si hubiera avanzado.

La magnitud desplazamiento se utiliza cuando el avance se hace caminando por las aceras, los parques o al cruzar las vías lentas por las cebras de las esquinas. Para el desplazamiento cada segundo corresponde a un metro, por ejemplo, si se tiene un desplazamiento armado de 4 metros y el dado del tiempo muestra 5 segundos, el jugador avanza los 4 metros y entrega las fichas que adquirió con anterioridad para ensamblar, por lo cual pierde el segundo restante, o, si el dado de tiempo muestra 2 segundos y el jugador quiere avanzar los 4 metros de su magnitud, puede pasar el turno y esperar la a siguiente ronda del lanzamiento del dado tiempo sin tener que entregar las fichas.

Cuando se quiere girar en una esquina de la acera o al entrar a una diagonal de un parque, se inicia la caminata con la tarjeta ANGULO, especificando el tamaño de dicho ángulo en grados y se continúa con la utilización de la nueva magnitud desplazamiento. Como no están demarcadas por metros las medidas de las diagonales, es obligatorio realizar el recorrido total de esta en un solo movimiento aplicando los conceptos matemáticos para lograr precisión, de no ser así, se aplica la sanción de llegada a sitios no permitidos explicadas anteriormente. Lo mismo pasa cuando el peatón cruza una vía vehicular por las cebras, no se permite terminar el movimiento sobre ellas.

La magnitud velocidad se utiliza para avanzar en las vías vehiculares internas en donde se prohíbe acelerar, en las avenidas rápidas cuando el participante considere que se puede avanzar a velocidad constante para cumplir su objetivo o en las mismas avenidas cuando se alcanza la máxima velocidad permitida y al aplicar una velocidad inicial en un lanzamiento parabólico o de caída libre. Un ejemplo para utilizar esta magnitud puede ser, que se tenga una velocidad ensamblada de 3 m/s, se quiera avanzar 10 metros hasta el cruce de una avenida rápida por lo que es obligatorio el pare y el dado tiempo muestra 5 segundos, el jugador utiliza 3,333 segundos que al multiplicarlos con la velocidad de 3 m/s da como resultado 10 metros ($L=Txv$), longitud de avance. En este momento el jugador entrega las fichas adquiridas para iniciar un nuevo proceso.

Para continuar con el mismo ejemplo, pero en este caso el dado tiempo solo muestra dos segundos, se puede avanzar seis metros, multiplicando los dos segundos por la velocidad de 3 m/s, siempre y cuando no se llegue a un sitio no permitido (cebras o cruces), en cuyo caso se entregan las fichas, o, se tiene la opción de pasar el turno y esperar acumular más tiempo para poder hacer el avance completo de los diez metros, en esta situación se mantienen las fichas e incluso en el siguiente turno de compras se puede ampliar la magnitud ensamblada.

Otro ejemplo de la utilización de la velocidad ensamblada, puede ser cuando se desea hacer un lanzamiento parabólico desde una plataforma hasta un sitio dado, en donde se requiere dar una velocidad inicial, pero en este caso, se debe acompañar de la tarjeta ANGULO especificado su tamaño como el ángulo de lanzamiento y reportándolo en la planilla. Para este ejemplo, el jugador debe acertar con el objetivo del lanzamiento teniendo en cuenta la velocidad armada, el ángulo escogido y el tiempo utilizado dentro de los segundos disponibles mostrados por el dado tiempo, de no ser así, se pierde el turno entregando las fichas adquiridas por lo que tendrá que formar una nueva velocidad en el siguiente turno.



Por otra parte, la magnitud aceleración se utiliza en los tramos donde se permiten velocidades mayores como en las avenidas rápidas, y, como en el caso de la magnitud velocidad, la ecuación se resuelve al multiplicarla con la totalidad o parte de los segundos mostrados por el dado tiempo, eso sí, teniendo en cuenta que se deben respetar las velocidades máximas permitidas o cuando se ingrese a una curva no se puede acelerar. La ecuación a utilizar en el movimiento rectilíneo acelerado es $L = T v_i + a x T^2 / 2$, donde L es longitud, T es tiempo, v_i es velocidad inicial y a es aceleración, por consiguiente, si se tiene una aceleración ensamblada de 2 m/s^2 , se parte con una velocidad inicial es cero y el dado tiempo muestra 4 segundos, se puede avanzar 16 metros, ya que $L = 2 \text{ m/s}^2 \times (4 \text{ s})^2 / 2 = 16 \text{ m}$.

Otra forma de utilizar la magnitud ensamblada aceleración es cuando se aplica el freno en el móvil o se desea parar en un punto determinado, por lo que el jugador debe indicar que su magnitud es una aceleración negativa, y con esto aplicar la ecuación correspondiente. Siguiendo con el ejemplo anterior y se desea frenar luego de avanzar los 16 metros, se debe averiguar qué velocidad alcanzó con la siguiente ecuación: $v = v_i + a \times T$, en donde v es la velocidad alcanzada, v_i es la velocidad inicial, a es aceleración y T es tiempo, por consiguiente, la velocidad alcanzada es de 8 m/s ya que $v = 0 + 2 \text{ m/s}^2 \times 4 \text{ s} = 8 \text{ m/s}$.

Por su parte, si se quiere frenar llevando la velocidad anterior, y se ensambla una aceleración negativa de 3 m/s^2 y un tiempo mostrado por el dado de 2 segundos, se logra avanzar mientras se frena, 10 metros, porque de la ecuación $L = T v_i + a x T^2 / 2$ mostrada anteriormente resulta $L = 2 \text{ s} \times 8 \text{ m/s} + (-3 \text{ m/s}^2 \times (2 \text{ s})^2) / 2 = 10 \text{ m}$. Se debe tener en cuenta que, si luego de frenar se llega a un sitio prohibido o se sale de la vía, se aplicaran las mismas sanciones explicadas anteriormente. Es importante apreciar que, en la velocidad, el tiempo utilizado se multiplica sencillo mientras que en la aceleración ese mismo tiempo es multiplicado al cuadrado, implicado que con una magnitud aceleración se puede avanzar más que con la velocidad.

Hasta este momento se han explicado las magnitudes que tienen relación con la cinemática, definida como la rama de la física que analiza el movimiento de los cuerpos sin tener en cuenta sus causas, y se ha visto, como se puede avanzar en la ciudad por etapas utilizando magnitudes cada vez más complejas, es así que, el docente tiene la oportunidad de planear sus clases en el juego desde lo sencillo como la magnitud desplazamiento e ir avanzando en complejidad con las magnitudes velocidad y aceleración para aplicarlas en los movimientos rectilíneos constantes y variables hasta alcanzar unos más elaborados como son los movimientos circular y parabólico.

Pero a partir del párrafo actual, comienza el análisis práctico con la cinética o rama de la física encargada de analizar el movimiento desde las acciones que lo causan, como la fuerza, la presión, el impulso, la energía etc. En la formación de las magnitudes derivadas que intervienen en el, aparte de la LONGITUD y el TIEMPO como en las anteriores referidas a la cinemática, se suma la MASA, imprimiendo con esto mayor complejidad a dicho análisis. Por lo tanto, en las siguientes etapas del juego, se le asigna una masa a la ficha permanente o cono de color llamada masa móvil, que puede ser por acuerdo de los jugadores o asignada por el azar del dado al inicio de la nueva fase.

La primera magnitud derivada que interviene en las etapas de la nueva fase del juego corresponde a la fuerza, encargada de empujar la masa móvil y así proporcionarle la aceleración con que se avanza en la ciudad, pero es necesario comprender que la aceleración final no resulta de la fuerza de empuje o ensamblada con las fichas, sino de la fuerza neta, que es la resultante de la suma de todas las fuerzas que intervienen sobre la masa móvil, incluidas la fuerza de empuje y las que se oponen al movimiento como las fuerzas de fricción, por lo tanto la ecuación definitiva de la segunda ley de Newton se da por $F_n = M a$, donde F_n es la fuerza neta, M es la masa móvil y a es aceleración.



Es evidente entonces que, para poder avanzar en el juego con la magnitud ensamblada de fuerza, se deben seguir los siguientes pasos: primero armar la fuerza con las fichas adquiridas, segundo, restar las fuerzas de fricción que se oponen al movimiento de la masa con lo que resulta la fuerza neta, tercero, dividir esta fuerza neta o resultante sobre la masa móvil con lo que obtiene la aceleración, y con esta, hacer los planteamientos para avanzar explicados con la magnitud ensamblada de aceleración utilizando los conceptos de cinemática. En estas etapas los estudiantes ya deben tener claro, como se realiza el avance con las magnitudes desplazamiento, velocidad y aceleración.

Igualmente, para los lanzamientos verticales o parabólicos, la magnitud fuerza ensamblada se debe transformar en fuerza neta y posteriormente en magnitudes de avance como aceleración y velocidad, así como la magnitud impulso se transforma en magnitud cantidad de movimiento y esta a su vez en magnitud velocidad, o la magnitud energía se convierte en magnitud trabajo, y este en fuerza para alcanzar las magnitudes de desplazamiento, o si se ensambla una magnitud potencia, pasarla a magnitud trabajo y así sucesivamente hasta llegar hasta las magnitudes de avance.

En relación con lo anterior, se deja abierto a los docentes o estudiantes que tengan la oportunidad de tener la experiencia de jugar construyendo ciudad, para que incluyan nuevas alternativas de avance con las magnitudes a ensamblar, utilizando los conceptos y teorías físicas, dadas las múltiples posibilidades que presenta la cotidianidad de una ciudad de realizar ejercicios de física y analizarlos a partir de las magnitudes y sus ecuaciones matemáticas. También se abre la posibilidad de realizar actividades dentro del juego con el ensamble de magnitudes derivadas que no implican desplazamiento como el área, el volumen, la densidad o incluso la presión.

Para terminar las explicaciones del juego, es importante tomar el concepto dado por Huizinga (2007).

El juego es una acción u ocupación libre, que se desarrolla dentro de unos límites temporales y espaciales determinados, según reglas absolutamente obligatorias, aunque libremente aceptadas, acción que tiene su fin en sí misma y va acompañada, de un sentimiento de tensión y alegría y de la conciencia de ser de otro modo que en la vida corriente. p. 45.

Donde se resalta la importancia de las reglas de carácter obligatorio y libremente aceptadas, por tanto, prácticamente en todos los juegos de competencia se requiere de un árbitro que las haga cumplir y en gran parte de ellos utiliza tarjetas de apoyo que aportan un carácter de respeto y solemnidad. En este juego, el docente cuenta con tres tipos de tarjeta de apoyo (ver figura 28) para hacer cumplir las reglas y mantener un ambiente de armonía en el grupo. En primer lugar, se tiene la tarjeta amarilla que representa una primera advertencia por un incumplimiento de las reglas o la disciplina, como segunda medida el docente muestra la tarjeta naranja que significa una última advertencia antes de ser expulsado y por último la tarjeta roja que significa expulsión.

Figura 28: Tarjetas de control



Fuente: autor 2019



Estas tarjetas facilitan el mantenimiento del orden en los grupos numerosos que usualmente se encuentran en el bachillerato y le da el carácter lúdico a la actividad, ya que los estudiantes le darán a la sanción un significado diferente a las sanciones a la que están acostumbrados en una clase tradicional y aparte de esto, se evita el desgaste del docente al tener que entablar discusiones con los alumnos.

JUGANDO A LA FÍSICA.

El juego Construyendo ciudad inicia a partir de la cimentación de la ciudad modelo, en donde intervienen, el docente que aporta el diseño, el ensamble de vías y la fabricación de los elementos anexos, y los consorcios, formados por equipos de estudiantes de décimo y once de la Institución Educativa Andrés Bóez de Sotomayor del año lectivo 2019, encargados de trazar las vías en cartón piedra y de construir las edificaciones en el mismo material. Posteriormente, con la ciudad parcialmente construida se realizaron competencias entre los estudiantes, desarrolladas en seis diferentes momentos que abarcaron la teoría de la cinemática tratada en clases anteriores.

Como primera fracción, los estudiantes de familiarizaron con las magnitudes derivadas que se utilizarían en la carrera (desplazamiento, velocidad y aceleración) y con su forma de aplicación para cada avance, por medio de ejemplos concretos de ensamble de las magnitudes propuestas y explicadas por el docente, y su desplazamiento al multiplicarlas con un tiempo definido al azar con el dado tiempo, acorde con el tipo de movimiento especificado en cada ejemplo (caminata, velocidad constante, velocidad variable, movimiento circular, lanzamiento vertical o movimiento parabólico).

En el segundo momento, se realiza una caminata por las aceras, los parques y los puentes peatonales, respetando que el cruce de las vías se hace exclusivamente por las cebras, para avanzar se utiliza la magnitud derivada desplazamiento ensamblada con fichas MAGNITUD y la ficha PERMANENTE con la que forman un vector, la velocidad permitida es de 1 m/s, está prohibido terminar un movimiento en partes intermedias de las diagonales, las cebras y los puentes peatonales. Las teorías utilizadas en este trayecto tienen relación con el teorema de Pitágoras, las funciones trigonométricas, el concepto de vector desplazamiento.

El tercer trayecto se realiza en las vías internas de la ciudad en donde está prohibido acelerar y la máxima velocidad permitida es de 5 m/s, la magnitud derivada utilizada para avanzar es la velocidad ensamblada con fichas LONGITUD, TIEMPO y DIVISIÓN. Para avanzar se aplica el concepto de movimiento rectilíneo uniforme.

La cuarta etapa se realiza en las vías rápidas de la ciudad como las avenidas centrales y la circunvalar, se incluyen sectores curvos como las esquinas y la redoma central en donde es obligatorio el desplazamiento a velocidad constante, el límite máximo de velocidad se dio como 10 m/s. Para avanzar se pueden utilizar las magnitudes velocidad y aceleración ensambladas a partir de fichas LONGITUD, TIEMPO y DIVISIÓN para la primera y se le anexa la ficha MULTIPLICACIÓN para la segunda. La teoría necesaria para avanzar en los trayectos se relaciona con los conceptos de movimientos rectilíneos uniforme, uniformemente acelerado y el movimiento circular uniforme.

Para el quinto momento, los jugadores tienen la posibilidad de hacer llegar un objeto llamado testimonio hasta un punto alto de la ciudad de cualquiera de las siguientes formas: en la primera posibilidad, pueden avanzar desde el sitio de partida hasta el pie del edificio seleccionado, y de allí suben hasta la azotea caminando, utilizando las magnitudes derivadas respectivas, como por ejemplo la velocidad o la aceleración en el primer tramo y la magnitud desplazamiento en el segundo, para la segunda posibilidad, se realiza



el trayecto hasta el pie del edificio y desde allí se hace un lanzamiento vertical del testimonio aplicándole la velocidad inicial necesaria para que llegue hasta el sitio determinado, pero que no lo sobrepase, y por último, en la tercera posibilidad el jugador puede escoger un lanzamiento parabólico para hacer llegar el testimonio hasta el sitio objetivo teniendo en cuenta que se necesita precisión.

En el quinto y último momento, se realiza un recorrido que involucra todos los conocimientos de la cinemática practicados en las cuatro etapas anteriores por separado, en donde se incluyen sectores de caminata, de velocidad constante, de velocidad variable, de movimiento circular y de lanzamiento de objetos. En esta etapa los jugadores aplican todos los conocimientos adquiridos hasta la fecha y escogen el recorrido de acuerdo a los conocimientos teóricos que quieren o pueden aplicar. En cada una de las estaciones de las cinco etapas del juego se realizaron los retos teóricos explicados anteriormente y sirvieron como preámbulo para la aplicación de los siguientes temas de la asignatura en donde se incluye la masa y sus variaciones.

OBSERVACIÓN DEL JUEGO.

Durante el transcurso de las actividades desarrolladas juego, deja entrever el cambio de actitud positiva de gran parte de los estudiantes hacia la asignatura, comenzando por el interés inusitado en la presentación de las tareas propuestas por el docente relacionadas con el diseño y construcción de edificaciones, y la gran expectativa creada a la espera del inicio de la competencia, reflejándose este mismo, cuando muta la forma de resolver los ejercicios mediante ecuaciones matemáticas por el armado de fichas tridimensionales y la utilización del dado, siendo el resultado de un proceso de ensamble de magnitudes, que insita a perder el temor a hacer cuestionamientos o indagar.

Posteriormente en la primera etapa, se manifiesta el trabajo en equipo dinámico y colaborativo con la participación activa de todos los integrantes quienes rotaban los lanzamientos de dados, la compra de magnitudes, el avance permanente de la ficha y la realización de cálculos pertinentes, y en contraposición a la realidad de las ciudades donde se presenta congestión en las vías vehiculares, la propuesta determino esta misma situación en las vías peatonales, pues todos los equipos iniciaron desde un mismo sector.

Es pertinente indicar en este aparte, que las reglas establecidas no estaban del todo claras para muchos participantes, y en atención a ello parte del trayecto se tornó monótono y aburrido, razón por la cual se toma la decisión de finalizar la competencia y como resultado de estos hallazgos en conjunto con el grupo definir unos cambios a realizar dentro de los parámetros iniciales (iniciar desde varios puntos de la ciudad a conveniencia del equipo) y estudiarlas a profundidad.

En el tercer momento de la actividad se observó una buena apropiación del concepto de velocidad a partir de las fichas tridimensionales y la experiencia real con un robot programado a velocidad constante, indicando de esta forma que el juego fue una experiencia cómoda para los estudiantes dado que existieron mínimas diferencias entre los trayectos a escoger convirtiéndose en un momento apasionante y enriquecedor mejorando la competencia al subsanar los inconvenientes de la anterior etapa.

El siguiente momento dilucido una mayor complejidad de la actividad y los inconvenientes atravesados al tratar de avanzar, presentando alguna confusión al utilizar la magnitud aceleración, al ingresar en los trayectos curvos, en los periodos de frenado y a la hora de definir la trayectoria, razón por la cual, algunos equipos optaron por la sencillez de la velocidad constante a pesar del sacrificio de tiempo en el trayecto.



Es gracias a esta actitud voluntaria, se muestran las grandes ventajas de la competencia, pues respeta los ritmos de aprendizaje de los estudiantes como un elemento pedagógico positivo. Adicionalmente se presentan inconvenientes como la pérdida de interés por parte de un número reducido de estudiantes específicamente en el momento en el que el juego gana complejidad, pero mediante la recordación al equipo de sanciones en tiempo por medio de las tarjetas con las consecuencias de perder ante sus pares y no ante una nota, se subsanó en parte.

Ya para la última competencia relacionada con la cinemática, en donde la complejidad se hizo más evidente y los estudiantes tuvieron cuantiosas dificultades para cumplir el objetivo propuesto, regresó parte de la apatía de algunos estudiantes, aunque en menor medida a la clase tradicional, pero, otros lo asumieron como un reto personal a no dejarse vencer por las adversidades y pusieron más ímpetu en la actividad.

En lo que respecta a los retos se pudo observar, que los estudiantes se relajaron a la hora de contestar las preguntas asumiéndolas como un juego y no como una evaluación de la que venían acostumbrados.

CONCLUSIONES

Es indudable que la Física es una de las asignaturas más difíciles de asimilar por parte de los estudiantes de bachillerato, debido a la forzosa relación que tiene con las matemáticas y al alto nivel de abstracción que exige para su comprensión y aplicación, además, se suma a lo anterior la inmensa apatía que presentan los jóvenes hacia el aprendizaje en las aulas de clase, ya que la mayoría asisten contra su voluntad, porque nadie nunca les preguntó si verdaderamente querían asistir al colegio. Razón por la cual es totalmente previsible que no se interesen por una asignatura que les demanda niveles superiores de atención y dedicación.

En referencia a lo anterior, los docentes de dicha ciencia tienen el reto de hacer que sus alumnos la acepten y se enamoren de ella, y la mejor forma de lograrlo, es mediante la aplicación de didácticas relacionadas con la lúdica, porque no hay niño o joven, e inclusive adulto que se niegue a participar de un buen juego. En este artículo se revela como, desde hace veinticinco siglos aproximadamente los teóricos de la educación muestran las grandes ventajas que se obtienen al relacionar los procesos de enseñanza con el juego, y han demostrado que con el solo hecho de jugar por ser una actividad libre y autónoma, ya se está aprendiendo.

Pero no solo basta jugar para aprender, ya que en un proceso formal de enseñanza-aprendizaje no solo se debe obtener un nivel mínimo de aprendizaje, sino más bien, se debe apuntar a que los estudiantes desarrollen altos niveles de pensamiento complejo, y este se logra con esfuerzo, dedicación y disciplina, porque así como un atleta de alto rendimiento alcanza niveles superiores de desarrollo muscular con largas jornadas de entrenamiento y superando día por día los límites de su cuerpo, de esta forma, el desarrollo mental se logra con altas jornadas de trabajo y grandes exigencias mentales e intelectuales.

En este orden de ideas, ya está comprobado de la existencia de juegos que aportan grandes beneficios intelectuales y mentales a sus practicantes, quizás del que más se tiene referencia es el ajedrez, porque de él se han realizado infinidad de estudios como el programa de ajedrez de las escuelas de la ciudad de Nueva York, referenciado por Ferguson (1995), aplicado a más de 3.000 niños entre los años 1986 y 1990, en el que se probaron múltiples beneficios de la práctica de este juego, como la mejora de autoestima, autoconfianza y pensamiento racional, además del incremento de las habilidades cognitivas, de comunicación y aptitud en el reconocimiento de patrones.



Igualmente, hay muchos otros juegos como el scrabble por nombrar uno, que presentan características similares de las cuales las más importantes son: primera, todos ellos aparte de divertir, exigen superar retos que obligan a los participantes a realizar grandes ejercicios mentales y segunda, en ellos se compite contra alguien más, por lo que la palabra ganar está íntimamente ligada a la actividad, y como lo afirma Huizinga (2007) "Ganar quiere decir: mostrarse en el desenlace de un juego superior a otro". (p. 72). Porque el triunfo es la mayor motivación para un jugador, y esta motivación crece con el incremento de la dificultad del juego.

Ahora bien, al presentar este juego como alternativa para la clase de Física en el colegio, se tuvo riguroso cuidado de no bajar las expectativas de exigencia ni de salirse de los estándares planteados por el Ministerio de Educación Nacional, por lo tanto, este nuevo juego cumple con las dos características nombradas en el párrafo anterior y aparte de esto, aplicó las temáticas definidas en el plan de área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Institución Educativa en donde se aplicó.

De acuerdo con los razonamientos que se han venido realizando, se puede concluir que, el nuevo juego "Construyendo ciudad" propuesto como reemplazo de la clase tradicional de Física, cumple a cabalidad con los requerimientos antes mencionados e incluso, puede superar las expectativas de aprendizaje de los estudiantes por las siguientes razones:

Los estudiantes asisten a clase de Física a jugar y a competir contra sus compañeros.

Durante la clase hay actividad permanente, lanzando los dados, comprando fichas, realizando cálculos, resolviendo retos y hasta prácticas de laboratorio que se pueden incluir en los retos.

Se cambia la posición tradicional de los pupitres aburrida y deprimente por una sala de juegos.

El aprendizaje de las magnitudes físicas por medio del ensamble de las fichas será más significativo.

Los cálculos matemáticos por ser vistos como competencia con los compañeros y no como evaluación tradicional tendrán aceptación.

Se mejora la toma de decisiones por la cantidad de rutas que pueden escoger para avanzar en cada etapa.

Se desarrolla la creatividad, porque los estudiantes son los diseñadores y constructores de la ciudad.

Se respeta los ritmos de aprendizaje.

Se repasan constantemente los temas de clases anteriores.

Cambia el rol del docente. De transmisor de conocimientos pasa a ser mediador.

Se aprende a respetar las reglas.

En cada juego nuevo se aumenta el nivel de exigencia, por consiguiente, mejora el pensamiento complejo.

Se mejora el trabajo en equipo.



Se cambia el concepto que tienen los estudiantes sobre la asignatura, porque se cambian las clases magistrales y aburridas de Física por, jugar a la física.

Por último, se espera con esta nueva forma de aprender física y posiblemente más adelante otras asignaturas, los estudiantes accedan a las aulas de clase de forma alegre y voluntaria para aprender, y que desde ellas proyecten su vida de manera consiente y autónoma sin esperar como sucede en la actualidad, que otras personas la lo definan por ellos.



BIBLIOGRAFIA

- Abbagnano, N y Visalberghi, A. (1964) "Historia de la pedagogía". Fondo de cultura económica, S. A. de C. V. México D.F.
- Álvarez, C. (1987). "El juego infantil. En J. Mayor (Coord.): La psicología en la escuela infantil". Madrid. Anaya
- Ballén, R. (2010). "La pedagogía en los diálogos de Platón". Revista Diálogos de Saberes ISSN 0124-0021 Julio-diciembre. P. 35-54.
- Bruner, J., (1972) El Proceso de educación, México: Ed. Uteha
- Cardona, F. (2016). "Derechos básicos de aprendizaje. Ciencias Naturales". Ministerio de Educación Nacional. República de Colombia. Panamericana Formas e Impresos S.A. ISBN: 978-958-691-923-4
- Ferguson, R. (1995), "Sumario de las investigaciones de ajedrez en la educación". Documento para la conferencia de la Borough of Manhattan Community College "CHESS IN EDUCATION: A WISE MOVE".
- Groos, K. (1898). "The play of animals". Nueva York. Appleton.
- Hall, S. (1904). "Adolescence". Nueva York. Appleton.
- Huizinga, j. (2007). "Homo ludens". El libro de bolsillo. Alianza Editorial/ Emecé Editores. Sexta reimpression. Madrid.
- Kawulich, B. (2005). "La observación participante como metodo de recoleccion de datos". Forum Qualitative Sozialforschung/ Forum: Qualitative Social Research, Vol 6, No 2. P. Artículo 43. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs0502430>.
- Kleir, G. (2012). "Didáctica de la Física". Tomado de http://www.anep.edu.uy/ipa-fisica/document/material/cuarto/2008/didac_3/did_fis.pdf
- Lázarus, M. (1883). "Concerning the fascination of play". Berlín. Dummer.
- Martinez, M. (2006). "La investigación cualitativa. (síntesis conceptual)". Revista ipsi facultad de psicología UNMSM. Volumen 9. No 1. P. 123-146.
- Michelet, A. (1986). "El maestro y el juego". Revista Perspectivas XVI. (1) 117-126.
- Montañez, J. & Otros (2000). "El juego en el medio escolar". Universidad de Castilla, La Mancha.
- Moreano, D. (2016). "Los beneficios del juego para el desarrollo de los niños". Revista Para el Aula - IDEA - Edición N° 19. Páginas 11-12.
- Ortiz, D. (2015). "El constructivismo como teoría y método de enseñanza". Sophia, Colección de Filosofía de la Educación. No 19. P 93-110. Universidad Politecnica Salesiana. Cuenca, Ecuador.
- Ramos, C. (2015). "Loa paradigmas de la investigación científica". Revista de la facultad de Psicologia y Humanidades. Enero-julio. P. 9-17. Universidad femenina del sagrado corazón. UNIFÉ. Perú.
- Piaget, J. (1951). "Play, dreams and imitation in childhood". N, Y. Norton.
- Real Academia Española. (2014). "Diccionario de la lengua española". Edición del tricentenario. 23ª edición. Asociación de academias de la lengua española. Actualización 2018.
- Rodríguez, M. (2011). "La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual". IN. Revista Electrónica d'Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa, V. 3, n. 1, Páginas 29-50.
- Silva, I. (2006). "La adolescencia y su interrelación con el entorno". Argraf, S.A. Instituto de l juventud. C/Marqués de Riscal, 16-28010 Madrid.
- Spencer, H. (1855). "Principios de psicología". Madrid. Espasa-Calpe, 1985.
- Sternberg, R. (1989). "Inteligencia humana IV". Barcelona. Paidós.
- Unesco (1980). "El niño y el juego. Planteamientos teóricos y aplicaciones pedagógicas". Estudios y documentos de educación. Documento No 34.
- Vélez, C. (2004). "Formar en Ciencias: e l desafío. Lo que necesitamos saber y saber hacer." Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. Guía No 7. Ministerio de Educación Nacional. República de Colombia. Primera edición Coordinación editorial Espantapájaros Taller.



Vygotsky, L. (1934). "El problema del desarrollo en la psicología estructural. Estudio crítico. En obras escogidas I". Madrid. Aprendizaje Visor. (1991).