

REYES, Jaime Duvan y BARBOSA, Janett. El pensamiento del profesor de física desde el concepto de espacio. En: Revista ieRed: Revista Electrónica de la Red de Investigación Educativa [en línea]. Vol.1, No.4 (Enero-Junio de 2006). Disponible en Internet: <<http://revista.iered.org>>. ISSN 1794-8061

Copyright © 2006 Revista ieRed.

Se permite la copia, presentación y distribución de este artículo bajo los términos de la Licencia Pública Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs v2.0 la cual establece que: 1) se de crédito a los autores originales del artículo y a la revista; 2) no se utilicen las copias de los artículos con fines comerciales; 3) no se altere el contenido original del artículo; y 4) en cualquier uso o distribución del artículo se den a conocer los términos de esta licencia. La versión completa de la Licencia Pública Creative Commons se encuentra en la dirección de Internet: <<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/>>

EL PENSAMIENTO DEL PROFESOR DE FÍSICA DESDE EL CONCEPTO DE ESPACIO

Jaime Duvan Reyes Roncancio y Janett Barbosa Urbano
jdreyesr@udistrital.edu.co, janbau05@yahoo.com

Grupo de investigación INVAUCOL
Universidades Distrital Francisco José de Caldas y Pedagógica Nacional
Bogotá - Colombia

El artículo presenta avances de resultados de la investigación sobre pensamiento y conocimiento de contenido del profesor de Física, respecto al concepto de espacio, desarrollado en la ciudad de Bogotá. Se muestra uno de los instrumentos utilizados en la primera fase de la investigación y los primeros resultados de su aplicación.

INTRODUCCIÓN

Este artículo se constituye en un avance de los resultados del proyecto de investigación titulado: “El conocimiento de contenido del profesor de física en las categorías de Espacio y Fuerza: Estudio de caso”, desarrollado en el marco de la línea de investigación en Teorías y Prácticas del Profesor. Se inscribe, entonces, fundamentalmente, dentro de la línea de epistemología y conocimiento del profesor que conforma uno de los ejes centrales del trabajo que adelanta el Grupo Investigación por las Aulas de Colombia – INVAUCOL.

En éste estudio de caso, las preguntas que delimitan la indagación son: ¿Cuál es el conocimiento de contenido del profesor de Física en la categoría de espacio? ¿Cuál es la naturaleza, tipo y función de los referentes epistemológicos que mantienen algunos profesores de física?, ¿Cuál es el carácter del conocimiento que le es inherente al docente de Física como sujeto social y como formador de sujetos?.

Se presentan aquí los referentes epistemológicos de carácter histórico y del pensamiento del profesor en relación con la aplicación de dos instrumentos de recolección de información a saber: una escala tipo Likert tomando como base cuatro grupos con diez enunciados proposicionales cada uno, corresponde a un paradigma epistemológico en la Física sobre la noción de espacio, y un protocolo abierto de entrevista que rescata los aspectos más sobresalientes de la historia de vida del sujeto profesor de física en relación con su intencionalidad didáctica.

METODOLOGÍA

La estrategia desarrollada sigue los lineamientos metodológicos propuestos por Erickson y, en ese sentido, se reconoce como una investigación interpretativa. El mencionado autor entiende por investigación interpretativa “todo el conjunto de enfoques de la investigación observacional participativa” (Erickson, 1997). No cabe duda que el estudio de casos, como lo concibe constituye un enfoque privilegiado para el estudio e interpretación de los significados humanos de la acción social (Stake, 1998). Desde esta perspectiva se han construido dos instrumentos de detección de ideas sobre el concepto de espacio en el profesor de física. El primero de estos se elaboró asumiendo como modelo la escala Likert. Tomando como base cuatro grupos, de 10 enunciados proposicionales cada uno, correspondiente cada grupo a igual número de paradigmas epistemológicos sobre espacio, se construyeron los instrumentos de selección múltiple con una escala de puntuación: 1. Completamente de acuerdo (CA); 2. De acuerdo (A); 3. Inseguro (I); 4. En desacuerdo (D); 5. Completamente en desacuerdo (CD).

El segundo instrumento se construyó asumiendo la técnica de historia de vida como una de sus herramientas metodológicas, ya que además de posibilitar el reconocimiento de la historia formativa del entrevistado, de las formas o modos como organiza, sintetiza, clasifica y proyecta sus ideas, da la posibilidad de reconocer y comprender su cotidianidad; generando transacciones más cercanas, empáticas y espontáneas; facilitando y promoviendo así la dialéctica hermenéutica. La Historia de vida es, por lo tanto, una estrategia metodológica básica para la profundización e indagación sobre la construcción de las categorías de Fuerza y de Espacio en el estudio de caso.

A nivel general, se profundizará en la vida personal del sujeto, en su historia de formación, en las pautas de relación, en su postura epistemológica, pedagógica y humana, pero también se hará un especial énfasis en las posibles evidencias que den cuenta de la construcción de las categorías mencionadas.

RESULTADOS

El espacio como una teoría del lugar en Aristóteles

Las concepciones de Aristóteles se constituyeron en una especie de prototipo de todas las teorías del espacio hasta el siglo XIV (Jammer, 1970). Sin embargo, esta teoría no fue desarrollada completamente acerca del espacio como tal sino del lugar. Aristóteles distinguió entre espacio y lugar de manera que el primero era la suma total del segundo. En este sentido hay una distinción entre los conceptos de espacio y lugar en términos de los límites de los cuerpos: “El lugar es el límite del cuerpo continente” (Aristóteles. Trad. 1995). Así, el lugar forma parte del espacio y sus límites son los mismos del cuerpo que contiene, por ello puede considerarse que la idea del vacío no forma parte de esta lógica de composición.

El espacio encierra y sostiene, esa es su naturaleza y como se entiende portador de diferencias cualitativas que permiten comprender la mecánica del movimiento de los cuerpos hay una gran correlación entre espacio y movimiento. La idea de espacio deviene absoluta y real, un ejemplo de ello se tiene cuando se comprende al lugar como

algo diferente de su contenido, el lugar permanece, el contenido cambia, ahí esta la realidad del espacio. Las afirmaciones para la visión aristotélica son las siguientes:

- A1. El espacio es la suma total de todos los lugares ocupados por los cuerpos.
- A2. Los objetos ocupan los lugares propios de su naturaleza.
- A3. El espacio es independiente de la materia.
- A4. El espacio es como Dios, esta en todas partes.
- A5. El espacio es inmaterial e inmóvil
- A6. El espacio es independiente de todo.
- A7. El espacio siempre ha existido.
- A8. El espacio es lo que está limitado por los cuerpos físicos y las superficies Geométricas.
- A9. El universo tiene un centro que puede determinarse porque se encuentra quieto.
- A10. El espacio es todo, por lo tanto no hay vacío.

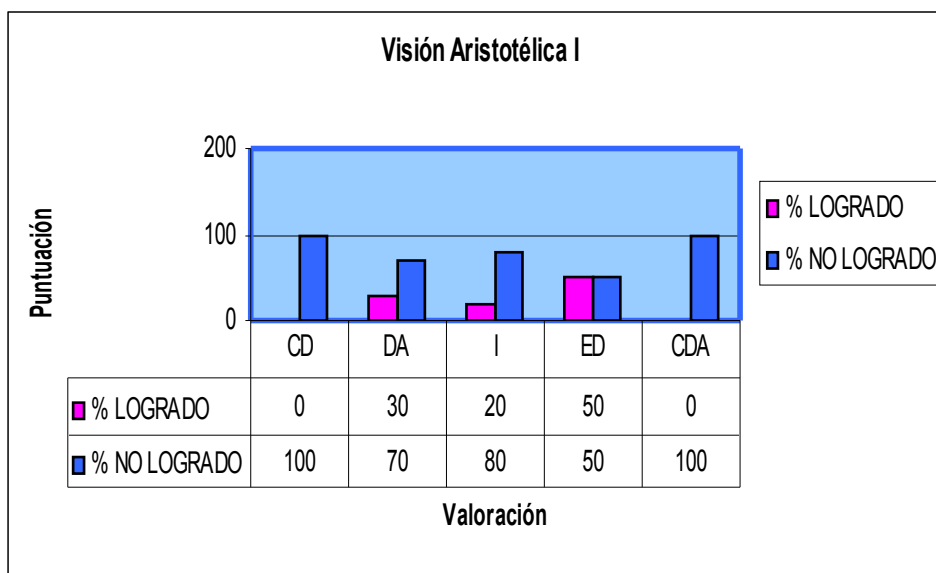


Figura 1. Visión aristotélica

En la Figura 1 se representa la valoración que el profesor atribuye a la noción de espacio en el paradigma Aristotélico. Puede notarse que la tendencia del profesor es a estar “En desacuerdo” con un 50% que corresponden a las afirmaciones A1, A5, A8, A9 y A10. Sin embargo, hay un 30% de aceptación para las afirmaciones A2, A3 y A7 que corresponden a la valoración de estar “De acuerdo” con ellas y, un porcentaje del 20% en “Inseguro” para las afirmaciones A4 y A6. Contrastando algunas de las afirmaciones podemos observar que mientras que la valoración para la afirmación A3: “El espacio es independiente de la materia”, es a estar de acuerdo, no sucede lo mismo con la

afirmación A5: “El espacio es inmaterial e inmóvil”, con la cual está en desacuerdo. Ahora, ¿por qué la inseguridad para las afirmaciones A4 y A6?

El Espacio como un absoluto en Newton

Newton expone algo de su trasfondo metafísico con sus ideas de espacio absoluto, tiempo absoluto y movimiento absoluto. Conceptos que se han utilizado en física de un modo parcial, el meramente necesario y suficiente para la física, pero parecen tener más alcance. No se trata de simples sistemas constantes de referencia y de un eje fijo de coordenadas, sino que el espacio absoluto y el tiempo absoluto aparecen como referencias ontológicas y cosmológicas en últimas y no como meros sistemas inmóviles de referencia. Aparecen concebidos como absolutamente independientes y como invariantes absolutos del mundo (Newton, 1987).

Para Newton el espacio debía ser concebido como la causa independiente del comportamiento inercial de los cuerpos y no solo esto, si no que también dentro de la teoría sería absoluto en el sentido en que el espacio como sistema de coordenadas inercial actúa sobre todos los objetos materiales, mientras que estos no ejercen ninguna reacción sobre él. (Resnick, 1977)

Dicha concepción de espacio absoluto de Newton se basa en dos elementos etéreos: el primero, es el de dejar de concebir al espacio como una sustancia y el segundo es verlo como un atributo de Dios. Este espacio absoluto de Newton inspirado en la geometría euclidiana de tres dimensiones lo asume como el contenedor de todos los objetos que componen el universo. Es un espacio infinito, homogéneo en el que no hay direcciones, ni zonas privilegiadas es el *Sensorium Dei*, inmensidad, abierta al descubrimiento garantizada en su inteligibilidad por el Dios omnipotente.

Ahora bien, con relación a la homogeneidad e isotropía del espacio y la homogeneidad del tiempo son hipótesis que no son empíricas y que se establecen en la física clásica. La homogeneidad del tiempo se refiere a la equivalencia entre cualesquier dos instantes de tiempo que son independientes de su métrica. El concepto de homogeneidad del espacio significa que las leyes de la física tienen validez en todo los lugares del universo. (Landau, 1972)

En últimas, el espacio para Newton es el escenario donde ocurren los fenómenos naturales y permanece siempre idéntico e inmóvil sin relación a las cosas externas. Las afirmaciones para la visión newtoniana son las siguientes:

B1. El espacio es inmaterial y no depende de la materia que contenga.

B2. El espacio siempre ha existido y es inalterable

B3. Para decir que un cuerpo está en reposo hay que referirse al espacio.

B4. Si dos objetos se mueven con velocidad constante entre sí, no podemos saber cuál se mueve con respecto a cuál.

B5. Si un objeto se mueve con velocidad uniforme es igual a que se encuentre con velocidad cero.

B6. La causa del desplazamiento de un objeto es una fuerza.

B7. Siempre mediremos distancias relativas formadas por cuerpos que se mueven.

B8. Un objeto queda completamente determinado si conocemos su momento y su posición.

B9. Cuando un cuerpo se mueve, su masa no cambia con el tiempo.

B10. La causa del desplazamiento de un objeto es una fuerza.

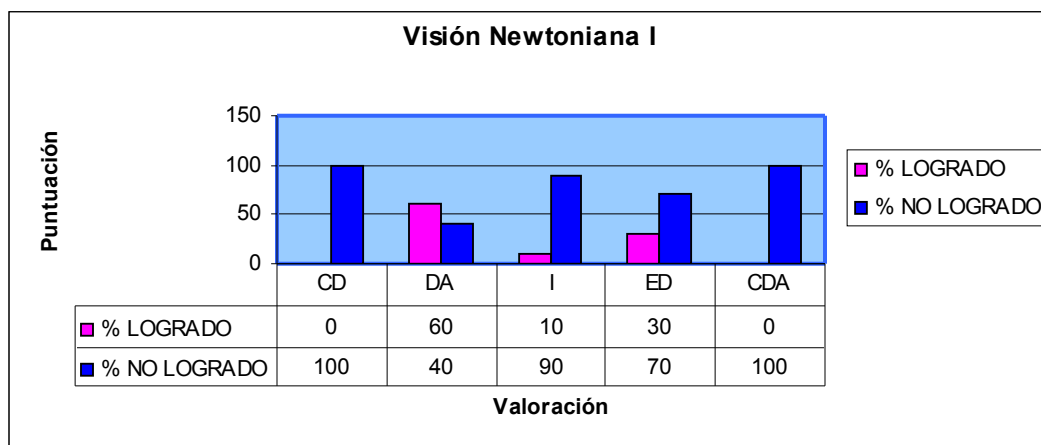


Figura 2. Visión newtoniana

Notamos en la Figura 2 que la valoración de la visión newtoniana en lo que respecta a estar “Completamente de acuerdo” y “Completamente en desacuerdo” es del cero % (0%), lo cual puede significar no irse a los extremos. La mayor valoración se da a las afirmaciones: B3, B4, B6, B7, B8, B10, que corresponde a un 60% en las que se encuentran las características más importantes de la física clásica. Es interesante notar cómo se califica con duda la afirmación B5, con un 10%, a pesar de la similitud con la afirmación B4. Finalmente, un 30% de valoración “En desacuerdo” para las afirmaciones B1, B2 y B9. En especial, es inquietante que aunque esta visión tiene el mayor porcentaje de valoración que las otras visiones, el profesor este “En desacuerdo” con la afirmación B9 cuyo contenido es: “Cuando un cuerpo se mueve, su masa no cambia con el tiempo”, siendo uno de los pilares de la Mecánica de Newton.

Como puede apreciarse existe una tendencia mayoritaria a favorecer la visión Newtoniana del espacio en contraste con la visión Aristotélica. El maestro de física valida así una visión que le es consistente con su práctica pedagógica, con su intención de enseñar en el entendido de la relación que existe entre esta tendencia y las prácticas curriculares que la educación media implica al maestro de física en el desarrollo de este concepto.

El espacio – tiempo contemporáneo

De acuerdo con la teoría de la relatividad, las propiedades geométricas del espacio no son independientes, sino que están condicionadas por la materia. Por consiguiente, solo podremos extraer conclusiones acerca de la estructura geométrica del universo si

basamos nuestras consideraciones en el estado de la materia como algo conocido. Sabemos por la experiencia que eligiendo adecuadamente el sistema de coordenadas las velocidades de las estrellas son pequeñas frente a la velocidad de propagación de la luz. Por tanto, contemplando la materia como si estuviese en reposo, podemos llegar, en una aproximación muy cruda, a un conocimiento de la naturaleza global del universo.

De consideraciones anteriores sabemos ya que el comportamiento de las varas de medir y de los relojes está influido por los campos gravitatorios, es decir, por la distribución de la materia. De aquí se sigue también que en nuestro universo no cabe hablar de una validez exacta de la geometría euclídea. Pero lo que sí es concebible es que nuestro universo difiera poco de un universo euclídeo, y esta concepción es tanto más probable cuanto que, según los cálculos, incluso masas de la magnitud de nuestro Sol no afecta sino en grado mínimo a la métrica del espacio circundante. Cabría imaginar que en el aspecto geométrico nuestro universo se comporta de modo análogo a una superficie que se curva irregularmente en sus diversas partes, pero que en ningún punto se aparta sustancialmente de un plano, como, por ejemplo, la superficie de un lago, crispada por débiles olas. Un universo de esta especie podríamos denominarlo cuasi-euclídeo. En lo que toca al espacio sería infinito.

La idea que aportó Einstein a la física era muy profunda a la vez que muy fácil de entender. Señaló que el análisis de los movimientos se había basado en la abstracción la existencia de un tiempo universal y absoluto. Señalo que esta hipótesis era insostenible y que como principio fundamental, “la justificación de un concepto físico descansa exclusivamente en su relación clara y libre de ambigüedades con hechos que pueden experimentarse” (Einstein, 1995).

Puede tenerse una noción metafísica del tiempo, pero cuando hay que efectuar mediciones se debe estar en el terreno de las observaciones realizadas mediante dispositivos físicos reales que se denominan como relojes.

La gran importancia del desarrollo de la teoría de la relatividad de Albert Einstein para nuestro tema está en dos hechos: 1. Muestra un presupuesto factual semejante en el problema de encontrar un correlato físico de la simultaneidad, y 2. Muestra una interdependencia tan estrecha de las relaciones temporales y espaciales que ya no se puede tratar el tiempo y el espacio como magnitudes esencialmente independientes.

Los filósofos no tardaron en apreciar la naturaleza revolucionaria de este desarrollo, y se ha de considerar a la siguiente construcción de la teoría causal del tiempo y del espacio-tiempo una de las contribuciones más importantes de la filosofía de la ciencia del siglo XX. Es evidente, pues, que todo el que quiera comprender el desarrollo de la filosofía del espacio del siglo XX ha de familiarizarse con lo más elemental de la teoría de la relatividad especial.

Ahora, vayamos un poco más allá como lo hizo Einstein. La física newtoniana concebía la fuerza como una acción a distancia, sin mayores explicaciones. Sin embargo, en la nueva visión relativista como mencionó Einstein: “A través de un estudio más detenido de los fenómenos electromagnéticos se ha llegado a la conclusión de que no existe una acción inmediata a distancia. Cuando un imán atrae un trozo de hierro, por ejemplo, no puede uno contentarse con la explicación de que el imán actúa directamente sobre el hierro a través del espacio intermedio vacío; lo que se hace es, según idea de Faraday,

imaginar que el imán crea siempre en el espacio circundante algo físicamente real que se denomina «campo magnético». Este campo magnético actúa a su vez sobre el trozo de hierro, que tiende a moverse hacia el imán. No vamos a entrar aquí en la justificación de este concepto interviniente que en sí es arbitrario, señalemos tan sólo que con su ayuda es posible explicar teóricamente de modo mucho más satisfactorio los fenómenos electromagnéticos, y en especial la propagación de las ondas electromagnéticas. De manera análoga se interpreta también la acción de la gravedad.” (1998).

Desde esta perspectiva, la idea de espacio vacío es modificada y pasa a considerarse como un espacio actuante. Einstein extiende aquí la idea de campo eléctrico de Faraday al espacio en general pero, además, le da un valor concreto a ese espacio actuante al considerarlo como análogo al gravitacional. Demuestra, por ejemplo, que la masa inercial es igual a la masa gravitatoria. En la física clásica, un objeto tiene una masa inercial que se considera como una constante y es acelerada por la fuerza de gravedad (2° Ley de Newton), pero en la relatividad la fuerza es igual a la masa gravitatoria dividida en la masa inercial, lo cual da como resultado la intensidad del campo gravitatorio, en otras palabras, la masa gravitatoria y la masa inercial de un objeto son iguales. Éste es el Principio de Relatividad General. De igual manera, Einstein encontró que la masa es una forma de la energía y que una puede convertirse en la otra.

Las afirmaciones para la visión contemporánea son las siguientes:

- C1. El espacio es un ente dependiente del tiempo.
- C2. El espacio se encuentra totalmente representado por un campo que depende de 4 coordenadas
- C3. La estructura del espacio esta determinada por la distribución de la materia.
- C4. La Estructura del espacio es una idea geométrica.
- C5. La velocidad de la luz es independiente de la fuente que la emite.
- C6. Los instrumentos que nos ayudan a medir el espacio y el tiempo hacen parte de la medición.
- C7. El espacio es alterado por la masa.
- C8. El movimiento de los cuerpos puede tener diversas causas, por ello el espacio y el tiempo medidos para cada uno son diferentes.
- C9. La cantidad de masa de los objetos determina el valor del intervalo espacio-tiempo.
- C10. La distancia de un objeto a otro depende de la trayectoria que se escoja para recorrerla.

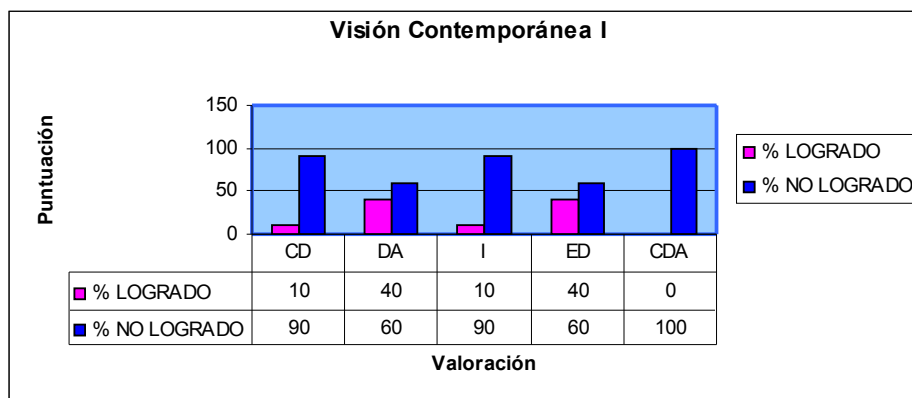


Figura 3. Visión contemporánea

Como se puede observar en la Figura 3, existe un empate porcentual entre la valoración “De acuerdo” con un 40% para las afirmaciones C3, C4, C5 y C6, igualmente para C1, C7, C8 y C9 que también están con un 40% pero con una valoración de “En desacuerdo”. Queda un 10% para C10 calificada con un “Completamente de acuerdo” y, con el mismo porcentaje de 10% para la afirmación C2 pero una valoración de “Inseguro”. Aquí hay un contraste interesante entre la afirmación C3: “La estructura del espacio esta determinada por la distribución de la materia” valorada como “De acuerdo”, mientras que la afirmación C7: “El espacio es alterado por la masa” es valorada con un “En desacuerdo”.

Se aprecia también que el profesor valida mucho mas esta visión de espacio – tiempo que la de Aristóteles. Sin embargo, el porcentaje de no – validez es mayor en la visión contemporánea que en la newtoniana. No hay un compromiso muy arraigado en el profesor por trabajar los principios de relatividad especial en sus estudiantes y no lo es tampoco del currículo ni los planes de estudio, ya sea del maestro o de los lineamientos y estándares curriculares del MEN.

Un espacio para la cuántica

En relatividad especial hablamos de espacio-tiempo, en cuántica hablaremos de partículas tan sutiles que cambian de apariencia según como las observemos, pero además, hemos llegado a espacios tan pequeños como el del núcleo de los átomos. Allí los corpúsculos son llamados partículas elementales, y se agrupan en dos grandes familias, los quarks y los leptones y las relaciones entre ellas se establecen a través de cuatro fuerzas fundamentales. Cada fuerza actúa a través de una partícula: la fuerza fuerte tiene al Gluón que une a los quarks en el núcleo para formar los neutrones, protones y mesones; la fuerza electromagnética tiene al fotón con la característica de que su masa se considera nula; la fuerza débil tiene a los bosones W y Z, y finalmente la gravedad tiene al Gravitón.

El análisis de estas partículas así como sus interacciones se compendian en la Teoría de la Gran Explosión o Big Bang que trata del principio y creación del universo. Dicha teoría establece que hubo un inicio del universo donde el espacio-tiempo se creó en el momento mismo de la explosión. Esto sucedió porque se piensa que toda la energía del universo estaba concentrada en una singularidad matemática hace aproximadamente 15 mil millones de años, aunque suene extraño lo anterior, los científicos suponen estas

condiciones iniciales. Instantes después del Big Bang, hacia el segundo 10⁻⁴³, las fuerzas fundamentales se encontraban unidas, pero luego se separaron para dar paso a las interacciones que inicialmente fueron con radiación, aproximadamente 700 mil años más adelante.

Posteriormente y con la expansión de la radiación comenzaron a formarse cúmulos de materia, átomos, luego moléculas hasta llegar a estrellas y galaxias. La detección de la radiación de fondo de microondas, es decir, una especie de resplandor que fue interpretado como producto del Big Bang y cuya característica es que se detectó por igual en todas partes del universo observado, significa que el cosmos está lleno de esta radiación.

Indudablemente, el panorama del concepto de espacio en la física cuántica es muy diferente a la newtoniana donde las partículas en el universo se consideran inertes, mientras que en esta nueva concepción ellas son entes activos que interactúan y dan origen a la materia a nivel macro. El espacio cuántico nos habla de la creación del espacio-tiempo en un evento de dimensiones fantásticas e inimaginables, de corpúsculos con personalidad, fotones, quarks, leptones, cuya existencia puede ir desde los milisegundos y aún más pequeña, hasta miles y millones de años. En esta idea no hay espacio vacío.

Las afirmaciones para la visión contemporánea son las siguientes:

1. Los instrumentos que nos ayudan a medir el espacio y el tiempo también hacen parte de la medición.
2. No se puede conocer simultáneamente la posición y la cantidad de movimiento de un objeto.
3. El espacio está compuesto por partículas elementales.
4. Las partículas se desplazan como ondas en el espacio.
5. La posición de un electrón no se puede conocer con certeza.
6. En el espacio existen partículas que interactúan a través de cuatro fuerzas fundamentales.
7. Una partícula puede desplazarse por el espacio con velocidad cercana a la luz.
8. Es lo mismo hablar de creación de espacio-tiempo que de creación de partículas elementales.
9. Los fotones son ondas de energía pura que viajan por el espacio a 3×10^8 m/s
10. El espacio es de carácter fundamentalmente, electromagnético.

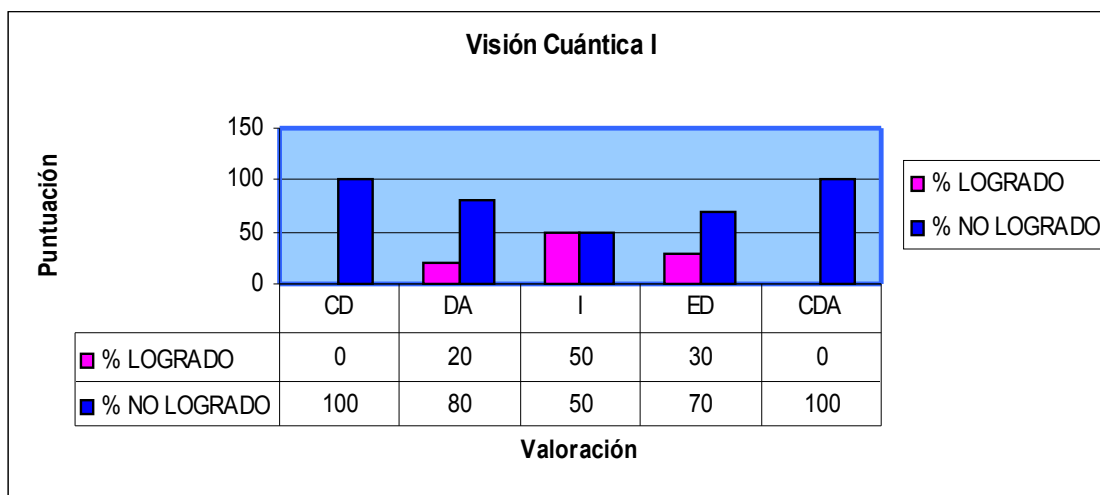


Figura 4. Visión cuántica

En la Figura 4 de nuevo nos encontramos con una situación parecida a la vista en la visión newtoniana, la valoración de los extremos “Completamente de acuerdo” y “Completamente en desacuerdo” no tienen porcentaje. Pero hay una situación muy interesante porque el mayor porcentaje atribuido a este paradigma está valorado como “Inseguro” con 50%. Las afirmaciones valoradas con este porcentaje son: D5, D6, D7, D9 y D10. Por otro lado, D3 y D4 tienen una valoración de “De acuerdo” con un 20% y D1, D2 y D8 están valoradas como “En desacuerdo” con un 30%. Curiosamente, el profesor valora con un “De acuerdo” la afirmación D4 que dice: “Las partículas se desplazan como ondas en el espacio”, mientras que con un “Inseguro” las afirmaciones D7: “Una partícula puede desplazarse por el espacio con velocidad cercana a la luz” y D10: “Los fotones son ondas de energía pura que viajan por el espacio a 3×10^8 m/s.”

RESUMEN DE TENDENCIAS

Cuadro 1. Resumen de Tendencias

Criterios	Paradigmas				Total
	Aristotélica	Newtoniana	Contemporánea	Cuántica	
Completamente de acuerdo con	0	0	1	0	1
De acuerdo con	3	6	4	2	15
Inseguro con	2	1	1	5	9
En desacuerdo con	5	3	4	3	15
Completamente en desacuerdo con	0	0	0	0	0

En este Cuadro 1, el número representa la cantidad de afirmaciones seleccionadas por el profesor, ante los cuales observamos los siguientes aspectos:

1. La visión aristotélica cuenta con el porcentaje más alto de valoración como “En desacuerdo” al calificar cinco de las afirmaciones en ese ítem.
2. La visión newtoniana por el contrario cuenta con el porcentaje más alto de valoración como “De acuerdo” puesto que seis de las afirmaciones que la sostienen han sido calificadas con ese ítem.
3. La visión contemporánea es valorada por igual como “De acuerdo” con cuatro afirmaciones y con un “En desacuerdo” en otras cuatro afirmaciones.
4. La visión cuántica presenta el más alto valor en “Inseguro” con cinco afirmaciones valoradas como tal.
5. No hay ninguna afirmación que haya sido calificada con “Completamente en desacuerdo”.

Complementando la información del cuadro resumen, presentamos el siguiente cuadro donde se especifican las afirmaciones y su valoración:

Cuadro 2. Valoración de afirmaciones

ITEMS	Cantidad	Afirmaciones
Completamente de acuerdo con	1	C10
De acuerdo con	15	B6,B8,A7,B7,C5,A2,D3,C4,D4,B10,C6,C3,B4,A3,B3
Inseguro con	9	D10,B5,A6,D5,D6,A4,D7,C2,D9
En desacuerdo con	15	A1,D1,C8,D2,A5,C1,B1,A8,B9,C9,A10,A9,C7,D8,B2
Completamente en desacuerdo con	0	

CONCLUSIONES

La información inicial obtenida por la aplicación de la escala Likert, muestra una fuerte tendencia del profesor, en nuestro estudio de caso, hacia una alta aprobación de la visión newtoniana del espacio, 60% de valoración a las afirmaciones planteadas. Por otro lado, se aleja más de la visión aristotélica que de la contemporánea y queda el interrogante de la inseguridad en la valoración de la visión cuántica.

La naturaleza del pensamiento del profesor en cuanto a la noción de espacio tiene un carácter principalmente newtoniano. De cierta manera, esto puede deberse a la incidencia tan profunda que causa en el docente la exigencia curricular, así como su propia formación universitaria donde la enseñanza de la mecánica clásica es fundamental. Por el otro lado, nos proponemos realizar una serie de comparaciones entre instrumentos de aplicación en esta investigación para determinar cómo la experiencia y vida misma del educador hacen parte de su engranaje pedagógico y, a través de estos elementos construye su propio conocimiento y epistemología.

El reconocimiento de esta concepción epistemológica propia del docente se hace desde una mirada compleja. Lo que revela la escala Likert, como primer instrumento de observación, es el carácter diverso de la concepción epistemológica del docente frente al concepto de espacio y no necesariamente su compromiso absoluto por uno u otro paradigma.

Se deja muestra también de que el maestro debe reconocer su propio referente epistemológico como tarea fundamental a la hora de abordar el conocimiento con sus estudiantes, pues esto le permite ubicar el nivel de su discurso y acción educativa.

Nuestro propósito al aplicar la escala Likert, no consiste en encerrar el pensamiento del maestro dentro de los lineamientos generales de las visiones epistemológicas tradicionales; mas bien, nos motiva la búsqueda de una lógica propia que es inherente al trabajo pedagógico del profesor, teniendo en cuenta que si bien, el contenido de los temas que se enseñan en los colegios está condicionado a los currículos, quien le da vida y sentido a los mismos es el maestro en su clase con sus estudiantes y con una determinada forma de entender esos contenidos por parte del profesor. En este sentido, consideramos al profesor como un profesional que elabora una epistemología propia, que se desarrolla en la práctica pedagógica y con características diferentes a las planteadas por el conocimiento formal.

Como lo planteamos en la introducción de este artículo, preguntas referentes al conocimiento del profesor como formador de sujetos y acerca de la naturaleza, tipo y función de sus referentes epistemológicos, constituyen los aspectos centrales de nuestra indagación. En este caso, alrededor del concepto de espacio. En anteriores investigaciones nos preguntamos sobre el pensamiento del profesor sobre el concepto de movimiento. En posteriores trabajos abarcaremos otros conceptos físicos fundamentales para mostrar una visión contextual de la física desde el pensamiento del profesor y, en especial, para evidenciar cómo, en nuestro estudio de caso, las formas de pensar los conceptos, pueden determinar lo que el profesor enseña y cómo lo enseña.

BIBLIOGRAFIA

ARISTÓTELES. Física. Traducción de Alejandro Vigo. Buenos Aires: Editorial Biblos, 1995. ISBN 9507860037

EINSTEIN, Albert. Sobre la teoría de la relatividad especial y general. Madrid: Alianza Editorial, 1998. ISBN 84-206-3918-4

EINSTEIN. Albert. Ideas and Opinions. New York: Random House, 1995. ISBN 0517884402

ERICKSON, F. Métodos cualitativos de investigación sobre la enseñanza. En Wittrock: La investigación de la Enseñanza, II. Métodos cualitativos y de observación. Barcelona: Paidós Ibérica (1989-1997). ISBN 84-7509-520-8

JAMMER, Max. Conceptos de espacio. Traducción de Daniel Cazes. México: Grijalbo, 1970. Edición original en Inglés 1954.

LANDAU L. y E. Lifshitz, Curso de Física Teórica. Barcelona: Editorial Reverté, 1972. ISBN 84-291-4080-8

NEWTON Isaac. Principios matemáticos de la filosofía natural. Madrid: Alianza Editorial, 1987. ISBN 84-206-2949-9

RESNICK R. Introducción a la teoría especial de la relatividad, México: Limusa, 1977. ISBN 968-18-0436-8

STAKE, R. E. Investigación con estudio de casos. Madrid: Morata, 1998. ISBN 84-7112-422-X