
**EXPOSICIÓN DE PANELES SOBRE LA VIDA Y OBRA DE ALBERT EINSTEIN
(1879-1955)**

EXHIBITION ABOUT ALBERT EINSTEIN'S LIFE AND WORKS (1879-1955)

Mohacir Pereira de Souza Filho¹

moacir@fct.unesp.br

Ana Maria Osório Araya²

amoa@fct.unesp.br

Paulo Florato Fiorato

RESUMEN

La investigación presenta los resultados del proyecto de extensión universitaria caracterizado como Divulgación de la Ciencia. A través de la exposición de paneles sobre la vida y obra de Albert Einstein los estudiantes tomaron conciencia de la importancia de este científico. La exposición puede caracterizarse como una educación no formal que se da en un espacio enseñanza formal (dentro del entorno escolar.) Los miembros del “Núcleo de Ensino de Física” (NEF), hicieron una investigación sobre el trabajo y vida de Einstein y fueron hechos seis paneles que abordaron la biografía de Einstein y sus curiosidades y aficiones. El tema es parte del currículo propuesto por estado de São Paulo. La encuesta se realizó con estudiantes de secundaria en una escuela

ABSTRACT

This paper shows the results of a university extension project characterized as dissemination Scientific which through exposure of panels about Albert Einstein's life and works became aware the students about the importance of this scientist. The exhibition can be characterized as a non-formal education that occurs in a formal teaching space (inside the school environment). Members of the Teaching of Physics Group (NEF/UNESP) have searched Einstein's works and were made from six panels that addressed the Einstein's biography focus about your curiosities and hobbies. The theme is part of the school curriculum in the state of São Paulo. The survey was conducted with high school students of a public school in

¹ Departamento de Física, Química e Biologia – Unesp - Presidente Prudente/SP. Programa de Pós-Graduação em Educação para as Ciências – Unesp – Bauru / SP – Brazil.

² Departamento de Física, Química e Biologia – Unesp - Presidente Prudente/SP.

pública de la ciudad Lucélia/SP, Brasil. La metodología consistió en pasar un documental sobre el tema y luego los estudiantes visitaron los paneles y hicieron preguntas a los expositores. A continuación, fue respondido un cuestionario con ocho preguntas cerradas y una abierta. Contestaron 66 alumnos al cuestionario y del análisis se puede concluir la importancia de despertar los estudiantes para las ciencias e iniciar nuevas investigaciones sobre este tema y otros de la llamada Física Moderna y Contemporánea (FMC).

Lucelia/SP, Brazil. The methodology consisted in passing a documentary on the subject; then the students visited the panels and they responded the questions about the exhibitors. A questionnaire containing eight closed questions and one free question. Sixty six students completed the questionnaire and about analysis we can conclude the importance awaken students to the sciences initiating further research on this topic and others related to the Modern and Contemporary Physics.

Palabras clave: Divulgación de la ciencia, enseñanza de Física, historia de la Ciencia

Keywords Dissemination scientific, physics teaching, history of science.

INTRODUCCIÓN

El “*Núcleo de Ensino de Física*” (NEF), Universidade Estadual Paulista - UNESP, Presidente Prudente, São Paulo, desarrolló un proyecto de Extensión Universitaria caracterizado como *Divulgación Científica*, cuyo objetivo era demostrar a través de una *Exposición Científica*, en forma de *Paneles*, datos sobre la vida y obra del célebre y eminente científico Albert Einstein (1879-1955).

Esta exposición tuvo como objetivo introducir conceptos de Física Moderna y Contemporánea (FMC), fuertemente presentes en el mundo moderno, para los estudiantes de una escuela pública en la ciudad de Lucélia, São Paulo, Brasil. El propósito de este estudio no era enseñar las teorías de Einstein, sino despertar la curiosidad y el interés de los estudiantes, haciendo hincapié en el aspecto humano de este científico: su infancia, su carrera académica, su vida amorosa, sus aficiones, su pacifismo, etc.

Además de presentar la figura carismática del científico, el objetivo de esta investigación es presentar didácticamente el principal legado que nos dejó con sus teorías y estudios que se publicaron en el “*año milagroso*” de 1905. Por lo tanto, el foco

central de esta investigación es analizar el impacto de esta exposición en el aprendizaje de los estudiantes de secundaria.

DESARROLLO

El artículo tiene su origen histórico en la revolución científica sufrida por la física en el final del siglo XIX hasta el siglo XX. En este período "parecía" que la física estaba bien establecida y explicaba todo sobre la naturaleza. Según Lord Kelvin había "pequeñas nubes" en el horizonte de la física. Sin embargo, estas pequeñas nubes se hicieron tormenta: los problemas eran más complejos de lo que parecían a primera vista, y fue entonces que apareció un joven científico con una visión revolucionaria, que en 1905 produjo cinco artículos que abandonaban nociones fuertemente arraigadas en la Física Clásica (tiempo absoluto y espacio, la luz como una onda; espacio homogéneo y tridimensional), trayendo ideas innovadoras para explicar fenómenos complejos (como el efecto fotoeléctrico, el tiempo y el espacio que dependen de la velocidad del cuerpo, la curvatura de la luz al pasar cerca de cuerpos masivos debido a la curvatura del espacio, la relación entre la masa - energía, etc.), cuyas aplicaciones podemos presenciar hoy. El nombre de este personaje: Albert Einstein. (Isaacson, W. 2007).

En Brasil, los Parámetros Curriculares prevén la inclusión de temas de FMC en clases de estudiantes de escuela secundaria. Muchas investigaciones buscan formas de incluir dicho contenido, ya que aunque está presente en el currículo de la escuela del Estado de São Paulo, muchos maestros no saben cómo trabajar este tema en clase. (Ostermann, F.; Cavalcanti, C. J. H. 2001)

Ante esta dificultad, los investigadores del NEF hicieron una revisión de la literatura y desarrollaron una exposición científica en forma de paneles cuyo objetivo era introducir el tema a los estudiantes de una escuela pública.

Básicamente podemos definir esta exposición como una divulgación científica de enseñanza no formal en un espacio formal de aprendizaje. Esto equivale a decir que, si bien este tema está presente en el plan de estudios, el contenido no sigue la propuesta. Sin embargo, este aprendizaje se produce dentro de la escuela. (Araujo, E. S. N. N; Caluzi; J. J; Caldeira, A. M. A. 2006).

Albert Einstein, hijo de una familia judía, nació en la ciudad de Ulm en Alemania. Sus

padres Hermann Einstein y Pauline Koch temían que su hijo tuviera problemas con el aprendizaje, ya que tuvo problemas para aprender el idioma alemán. Una experiencia inolvidable para Einstein, fue cuando, a los 5 años, se ganó una brújula de regalo de su padre y comenzó a cuestionar que " fuerza misteriosa " era la de desviaba la aguja del instrumento.

En la escuela secundaria se destacó en el campo de las ciencias exactas, pero tuvo notas modestas en otras disciplinas, aunque él prefirió estudiar por su cuenta. Como no completó sus estudios, Einstein hizo los exámenes de ingreso en la Universidad de Zurich, y obtuvo su diploma de maestro. En este instituto, conoció a su primera esposa, Mileva Maric, con quien tuvo dos hijos: Hans Albert y Eduard.

Como no conseguía empleo como físico un amigo Michele Besso le encontró un empleo modesto en una oficina de patentes en Berna, Suiza. Allí Einstein analizó cuidadosamente el trabajo y tenía tiempo para pensar en los problemas actuales de la física.

En 1905, publicó cinco artículos que revolucionaron la física: entre ellos el efecto fotoeléctrico, el movimiento browniano en la física atómica; la teoría de la relatividad (especial y general); relación masa-energía. (Moreira, I. C. 2005).

Todos los artículos eran relevantes para la física, sin embargo no recibió un reconocimiento inmediato en la carrera académica. Conseguía empleos esporádicos pero sin reconocimiento debido. Finalmente, consiguió un trabajo en Berlín, donde vivía su prima Elsa, con quien se casaría más tarde por segunda vez.

Fue sólo con la prueba de la teoría de la relatividad general de Einstein que logró la fama en el mundo académico y renombre mundial. Durante el eclipse de 1919, la teoría fue probada en dos puntos distintos del planeta: la isla de Puerto Príncipe (en África) y la ciudad de Sobral, en Ceará, Brasil.

Cuando Einstein dictaba sus conferencias, el público "se empujaba" para ver el científico que revolucionó la física, sin embargo, pocas personas entienden realmente el significado de su teoría. (Fiolhais, C. 2005)

De hecho, Einstein era un hombre carismático. Un hombre sencillo, siempre de buen humor y un "icono" frente a los periodistas. Sus frases de improviso y su apariencia de hombre común fueron objeto de "flashes" y micrófonos. Se reunió a la prensa para

hablar sobre la ciencia y la política.

Como un hombre común Einstein tenía dos pasatiempos principales que lo ayudaron a pensar en sus teorías: tocar el violín y andar en barco de vela.

Einstein contribuyó en gran medida a la consolidación de la mecánica cuántica, cuando explicó la naturaleza corpuscular de la luz con el efecto fotoeléctrico, dando credibilidad a la labor pionera de Planck. Sin embargo, en la Conferencia Solvay (1927) tuvo un acalorado debate con Bohr, en contra de las ideas de probabilidades e incertidumbres de esa ciencia. En cambio, Einstein buscó hasta el final de su vida una "Teoría del Campo Unificado". (Einstein, A.; Infeld, L. 2008)

La teoría de la relatividad especial ataca directamente el concepto de simultaneidad, al decir que un evento simultáneo a un hombre de pie no lo es para un hombre que se mueve cerca de la velocidad de la luz. Para velocidades superiores el tiempo se dilata y el espacio se contrae, teniendo un referencial en reposo.

La consecuencia de la teoría de la relatividad general es que un rayo de luz "parece doblarse" al pasar por un campo gravitatorio intenso. Las teorías de la relatividad y la mecánica cuántica trajeron aplicaciones extraordinarias para nuestra vida cotidiana.

Este breve resumen ha sido introducido en los paneles de la exposición realizada en la escuela y los estudiantes pudieron conocer un poco acerca de la vida, de los pasatiempos, curiosidades, sobre las teorías y aplicaciones, sobre el trabajo de Einstein. Esto les permite tener una visión general de la obra de este científico.

Los investigadores del (NEF) diseñaron y elaboraron seis paneles que abordan los siguientes temas: la biografía de Einstein; curiosidades y pasatiempos; el trabajo de Einstein; la teoría de la relatividad especial y general; de las aplicaciones de la física moderna (Figura 1).

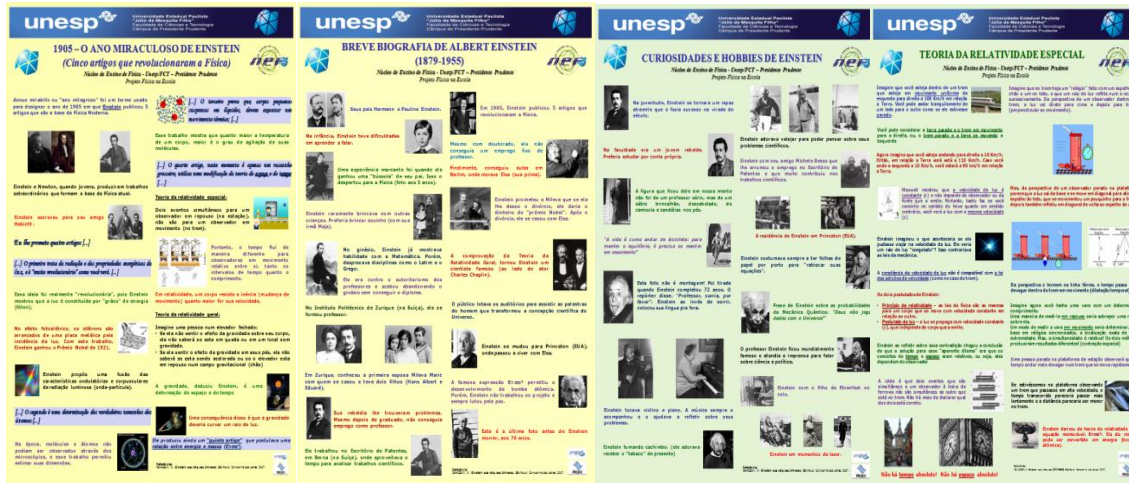


Figura 1 – Paneles acerca de Einstein




La muestra de la investigación consistió en 66 respuestas de estudiantes que completaron el cuestionario. La encuesta se realizó con estudiantes de secundaria de una escuela pública en Lucélia/SP (Figura 2).



Figura 2 – Fotos de la exposición

La metodología consistió en pasar inicialmente un documental del “GloboCienca” sobre una exposición en Río de Janeiro y sobre Einstein. A continuación, los estudiantes fueron al patio de la escuela y pudieron visitar los paneles y hacer preguntas a los monitores e investigadores; estos trabajos fueron exhibidos y presentados durante una mañana el grupo programo previamente la visita con el profesor de la clase. A continuación, se aplicó un instrumento de análisis en la forma de un cuestionario con

ocho preguntas abiertas y una pregunta cerrada (figura 3).



1. Por favor, leia com atenção as questões abaixo e responda sobre o que você *entendeu* sobre o filme e a exposição:

- 1- **Que presente Einstein ganhou na infância e que o despertou para ciência?**
 - a. Um microscópio
 - b. Uma bússola
 - c. Um mapa mundi
- 2- **A partir de quando Einstein se tornou uma pessoa famosa?**
 - a. Com a comprovação da Teoria da Relatividade Geral
 - b. Com a publicação de 5 artigos, em 1905
 - c. Com o prêmio Nobel
- 3- **Quais os principais hobbies de Einstein que ajudava a pensar sobre seus problemas:**
 - a. Andar de bicicleta e fumar cachimbo
 - b. Velejar e tocar violino
 - c. Caminhar e ir a praia
- 4- **O ano de 1905 é considerado um ano milagroso para Física por quê?**
 - a. Newton e Einstein produziram trabalhos extraordinários para Física
 - b. É o ano em que Einstein ganhou prêmio Nobel
 - c. Einstein produziu 5 artigos que revolucionaram a Física
- 5- **A teoria da relatividade especial:**
 - a. Estuda a velocidade de trens em movimentos acelerados
 - b. Modificou nossa concepção de tempo e espaço absolutos
 - c. Estuda movimentos de elevadores em queda livre
- 6- **A teoria da relatividade geral sugere que:**
 - a. A luz parece se curvar ao passar próximo a um campo gravitacional
 - b. O elevador em queda cai com velocidade constante
 - c. O tempo e o espaço é sempre absoluto
- 7- **A teoria da relatividade Geral foi comprovada experimentalmente por:**
 - a. Experimentos mentais
 - b. Pelo o eclipse, medido experimentalmente no Brasil e na África.
 - c. Pela medida do tempo de queda de elevadores
- 8- **Durante sua vida Einstein viajou muito:**
 - a. No final da vida ele pode conhecer Berna, na Suíça
 - b. Ele viajou para os Estados Unidos para uma visita
 - c. Ele esteve numa visita ao Brasil

2. Escreva o que você *aprendeu* com a exposição ou sobre aquilo que você mais *gostou*:

Figura 3 – Cuestionario presentado a los alumnos

La película tenía como objetivo dar una visión general de la exposición, así como la relevancia de la figura de Einstein. El contenido de los paneles consistía de textos cortos y figuras ilustrativas, con un propósito didáctico. Así, los estudiantes pueden aprender acerca de la vida de Einstein desde la infancia a su muerte; su trayectoria educativa; su dificultad en ser reconocido, a pesar de su talento y el genio; su familia y sus amores; el año milagroso de 1905, para la publicación de artículos que revolucionaron la física; modificación de las nociones de espacio y tiempo; prueba de la relatividad general, que le hizo una persona famosa; su pasividad, aunque su trabajo contribuyó para la fabricación de la bomba atómica, finalmente, las aplicaciones que la física moderna y la física cuántica propiciaron con el efecto fotoeléctrico y el cuanto elemental de acción. La muestra de la investigación consistió en 66 estudiantes que completaron el cuestionario.

Con la posesión de cuestionarios respondidos por los alumnos, se examinó su contenido. Al principio, hicimos un análisis de las ocho preguntas cerradas. Para ello,

registramos las preguntas cuyas respuestas eran la alternativa correcta. Los resultados fueron convertidos en porcentajes. El gráfico 1 muestra el porcentaje de estudiantes que predijo correctamente las preguntas cerradas del cuestionario (pregunta 1.8). En el eje horizontal (abscisa) tenemos ocho preguntas. En el eje vertical (ordenada) la altura de la columna representa los porcentajes de aciertos.

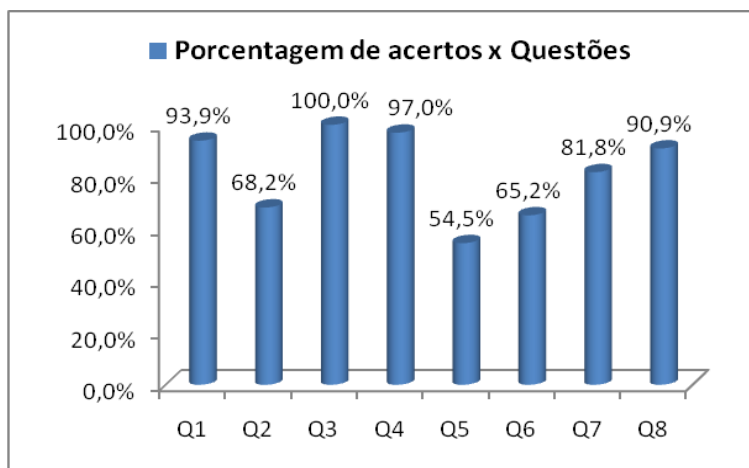


Gráfico 1 – Porcentagem de acertos das questões fechadas

El gráfico 2 tiene como objetivo analizar la complejidad o no de nuestro instrumento de recolección de datos. Esto es necesario para evaluar si las preguntas son demasiado complejas o demasiado simples para el nivel cognitivo de los estudiantes de la muestra investigada

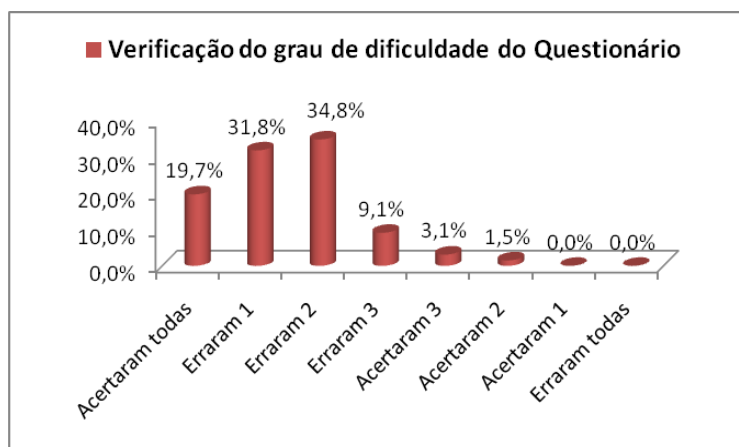


Gráfico 2 – Verificação do grau de dificuldade do questionário.

Podemos ver que la mayoría de los estudiantes alcanzaron casi todos los temas, hubo

un promedio de una o dos alternativas equivocadas. Por otro lado, algunos participantes perdieron muchas preguntas, y ninguna persona perdió la totalidad o solo un hit. La interpretación de este gráfico nos lleva a inferir que el cuestionario no fue fácil, pero no fue del todo difícil. Esto muestra que el cuestionario preparado es consistente con el nivel cognitivo de la muestra investigada.

Tras el análisis de cuestionario cerrado, se procedió al análisis de la pregunta abierta en la que el estudiante debe describir lo que más le gustaba de la exposición o lo que aprendió de la exposición sobre Albert Einstein. De las respuestas identificamos sobre lo que dijeron los estudiantes. En una sola respuesta, encontramos más de una categoría (la vida de Einstein, curiosidades y aficiones, la ciencia, el trabajo y las teorías y, por último, las aplicaciones tecnológicas); a continuación, después de la identificación de las categorías, la suma de las respuestas de una categoría se dividió por la suma de todas las categorías. El gráfico 3 ilustra los resultados encontrados.

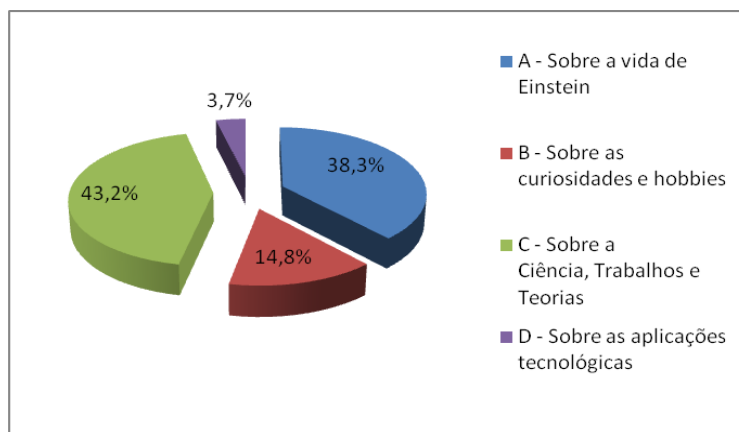


Gráfico 3 – Porcentagem de respostas dentro das categorias

A continuación, se presentan las diferentes respuestas dentro de las categorías creadas. Posteriormente haremos un breve análisis.

• **A - La vida de Einstein:**

A59 - Con la exposición he aprendido un poco más sobre la vida de Einstein, lo que más me gustó fue aprender sobre su vida personal, porque reveló grandes curiosidades.

A2-[...] rara vez jugaba con otros niños; dejó el gimnasio ya que estaba en contra del

autoritarismo de los profesores; se graduó de maestro y en 1905, publicó 5 artículos que revolucionaron la física.

A26 - Albert Einstein despertó a la física a los 5 años después de ganar una brújula de su padre. Se convirtió en un maestro, pero su rebeldía le trajo problemas. No encontraba trabajo. En 1905, publicó cinco artículos que revolucionaron la física. Se casó dos veces, falleció a los 76 años.

A04 - aprendí sobre la vida de Einstein y sus muchas experiencias y sobre todo la teoría de la relatividad, y él era uno de los personajes principales en la evolución de la tecnología en nuestro planeta. Y ellos también aprendieron a resolver problemas de la sociedad.

A40 - Acerca de la vida de Einstein, sus experiencias, sus hallazgos cómo y cuándo Einstein se convirtió en un personaje famoso, sus teorías, ya que el año 1905 es considerado milagroso para la física, etc.

A31 - Acerca de la vida de Einstein, fue un famoso científico, cuando él era un niño él ganó una brújula. Einstein se hizo famoso con la prueba de la Teoría General de la Relatividad.

A30 - Sobre la vida de Einstein. Él era un gran físico. Descubrió muchas cosas y se interesó en la energía. Una vez ganó una brújula de su padre, era una persona que tenía una vida normal, a pesar de ser gran físico, él usaba cosas simples para que la gente entienda la física. Él era un gran genio y revolucionó la física. Me gustaron las fotos y sus experimentos, como la bomba

A los estudiantes les gustó conocer la biografía de Albert Einstein desde la época que él era un niño y ganó un regalo de su padre (una brújula), pasando por la rebelión en la escuela y la dificultad de conseguir un trabajo de profesor (a pesar de su genialidad) hasta su revolución en las ciencias físicas, con sus trabajos.

B – Curiosidades y pasatiempos:

A15 - Me gustaron las curiosidades y pasatiempos de Einstein.

A14 - Que Einstein era una persona común, aunque daba la impresión de ser un hombre muy serio.

A31 - Disfrutó de pasatiempos que le ayudaron a pensar más cuando estaba navegando y cuando tocaba el violín. Me gustaba ver más fotografías de cuando llegó a

Brasil.

A46 - Me enteré de que Einstein no era sólo un desaliñado físico, sino una persona normal que tenía sus peculiaridades. Era muy inteligente y estudió duro para alcanzar sus metas.

A51 – La de la bicicleta es la pura verdad, casi me hice daño tratando de no perder el equilibrio.

A62 – Aprendí sobre su crecimiento, sus teorías acerca de su visita en Brasil, a pesar de que era un científico, que tenía una vida normal, era un mujeriego [...] que su curiosidad le ayudó a descubrir muchas cosas nuevas.

A47 - [...] que navegaba para pensar y tocaba el violín para responder preguntas.

Los estudiantes aprecian conocer la figura despojada de Einstein: Un hombre despeinado y vestido de civil. También les gustaba conocer las habilidades de tocar el violín y a pesar de una agitada vida, tenía tiempo para navegar, mientras pensaba. Fotos con la lengua fuera y su bicicleta deleitaron a los estudiantes.

C - Ciencia, Obras y Teorías de Einstein:

A45 - Me gustó la parte donde habla de la percepción de una persona dentro del tren y de otra fuera del tren.

A22 - Einstein dijo la luz está formada por "granos" de energía.

A47 - Me gustó la teoría del eclipse solar [...].

Hemos observado que algunas declaraciones se relacionan con el trabajo de Einstein. Esto nos lleva a creer que los estudiantes tuvieron contacto - aunque sea superficial - con las ideas y el trabajo de este científico.

D - Aplicaciones Tecnológicas

A11 - Me gustó más las aplicaciones de la física moderna, que son los avances en la tecnología a través del tiempo.

A47 - Me gustó la teoría del eclipse solar y que navegaba para pensar y tocaba el violín para responder preguntas.

Fue expuesto un panel con las aplicaciones de las teorías de la física moderna, que despertó el interés de algunos estudiantes que hicieron comentarios sobre su contenido. Se trata de mostrar a estos estudiantes que, aunque las teorías son complejas, las aplicaciones están presentes en nuestra vida cotidiana.

CONCLUSIONES

Este trabajo tuvo como objetivo verificar el potencial de una exposición de paneles en el aprendizaje estudiantil. Inicialmente, se hizo una búsqueda bibliográfica y un estudio a fondo sobre el tema a fin de que se confeccionaran los paneles. Además, se elaboró una herramienta de análisis para interpretar los resultados.

Los resultados relacionados con las preguntas cerradas sugieren que los aspectos de la vida Einstein y los problemas relacionados con pasatiempos y curiosidades del científico fueron percibidos por los estudiantes, como hechos relacionados con la brújula, el hecho de que Einstein tocar el violín y andar de barco a vela, su visita a Brasil, etc.

Por otra parte, aunque algunos elementos de la teoría de Einstein estaban presentes en algunas respuestas, creemos que una mayor madurez cognitiva por parte de los estudiantes es necesario: preguntas como la Q5 y Q6 tuvieron un menor porcentaje de éxito, lo que significa que es más difícil para contestar. Figura 2 sirve para validar nuestro instrumento de análisis que muestra que las preguntas preparadas no eran extremadamente difíciles y no eran demasiado fáciles.

En cuanto al cuestionario abierto, los estudiantes hablaron sobre diversos aspectos observados durante la exposición. Aquí también la vida y curiosidades prevalecieron, sin embargo, consideramos que los estudiantes mencionan aspectos de la teoría, lo que demostró que la exposición podría despertar en estos estudiantes el interés por la ciencia. La transcripción de trechos del cuestionario nos da una visión general de la idea de los estudiantes sobre el tema.

Por último, creemos que la comunicación de la ciencia en forma de exposición puede potenciar los aspectos motivacionales. En este sentido, el NEF de la UNESP Presidente Prudente está trabajando. Otras exposiciones se han realizado, por ejemplo, los temas de radiactividad para los estudiantes de primaria, y otros están en preparación y aplicación, como: los colores y la ceguera al color, los diferentes tipos de televisores en un abordaje CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medio Ambiente).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Isaacson, W. (2007). *Einstein, Sua Vida, Seu Universo*. Editora Companhia da Letras.
- Ostermann, F.; Cavalcanti, C. J. H. (2001). *Um Pôster para ensinar Física de Partículas na escola*. Física na Escola. 2(1), 2001. 13-18.
- Araujo, E. S. N. N.; Caluzi; J. J.; Caldeira, A. M. A. (2006). *Divulgação e Cultura Científica*. In: Divulgação científica e ensino de Ciências: estudos e experiências. São Paulo: Escrituras Editora.
- Moreira, I. C. (2005). 1905 *Um ano miraculoso*. Física na Escola. 6 (1). 4-11.
- Fiolhais, C. (2005). *Einstein e o prazer da Física: passado cem anos, a Física continua divertida*. Física na Escola. 6(1). 11-14.
- Einstein, A.; Infeld, L. (2008). *A evolução da Física*. Tradução Giasone Rebuá, Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed.

Recibido: diciembre de 2014
Aceptado para su publicación: marzo de 2015