

*Escuela Doméstica. Medellín, 1938.*

**Inquietudes de los alumnos  
frente a la ciencia.  
Análisis de cien preguntas  
sobre Albert Einstein**

- **Resumen**

La relatividad, como problema físico que permite una integración temática desde una perspectiva histórico-filosófica, puede abordarse desde una posición constructivista si se conocen las ideas de los alumnos sobre la ciencia. En este trabajo se analizan preguntas espontáneas, realizadas por estudiantes de secundaria, sobre la vida de Albert Einstein. Se trabaja con base en la teoría enraizada (grounded theory), y se establecen las categorías, cuya reorganización permite extraer ideas más generales que trascienden la vida y personalidad de Einstein. De este análisis surge un modelo de ciencia ligada al contexto, más cercana; una ciencia que es responsabilidad de los hombres. A su vez, resultan estrategias de aula que tienen en cuenta las inquietudes de los jóvenes acerca de la ciencia, lo que ayuda al docente a explicitar su posición al respecto, a evitar que sus clases se transformen en, apenas, un listado de contenidos más o menos coherentes y una serie de guías de trabajos prácticos.

- **Abstract**

Relativity, as a physical problem that allows a thematical integration from a historical and philosophical points of view, can be approached from constructivist theory, if the teacher knows students ideas about science. In this paper, spontaneous questions, concerning Albert Einstein life, asked by High School students are analyzed.

It works based on grounded theory and establishes categories whose reorganization allows to extract general ideas that exceed Einstein life and personality. This analysis gives an origin to a science model of a nearer science that has to do with the context; and that is mankind responsibility. In turn, classroom strategies result, and these take into account students disquiets about science. It helps the teacher to explicit his position concerning the topic and to avoid boring classes that present more or less coherent content outlines and a set of guides of practical tasks.

- **Résumé**

La relativité, comme un problème de la physique, qui permet l'intégration thématique dans une perspective historique-philosophique, peut être abordée avec une position constructiviste, si on connaît les idées des élèves face à la science. Dans ce travail on analyse des questions spontanées, posées par des élèves de collège, concernant la vie d'Albert Einstein. On travail sur la base de la théorie enracinée (grounded Theory), et on établie les catégories dont la réorganisation permet l'extraction des idées les plus générales qui vont au-delà de la vie et la personnalité d'Eisntein. De cette analyse surgit un modèle de science lié au contexte plus proche; une science qui est responsabilité des hommes. D'un autre côté, apparaissent des stratégies de la salle de classe qui prennent en considération les inquietudes des jeunes vis-à-vis de la science, ce qui rend plus facile l'explication de la position de l'enseignant à ce propos, et empêchent les cours de devenir une liste de contenus plus ou moins cohérents et une simple série de guides de travaux pratiques.

# Inquietudes de los alumnos frente a la ciencia. Análisis de cien preguntas sobre Albert Einstein

Haydee Santilli\*  
Profesora Departamento de Física. Facultad de Ingeniería. UBA

---

*Palabras clave: Enseñanza de las ciencias, concepciones de la ciencia.  
Epistemología, didáctica*  
*Key words: Sciences teaching, Sciences conceptions, Epistemology, Didactics.*

---

## Introducción

En las actuales investigaciones en Educación en Ciencias se destaca una línea que pone el acento en los aspectos histórico-epistemológicos de la ciencia, así como en la epistemología de los alumnos y docentes. Se desprenden de estos trabajos algunas propuestas para explicar lo poco satisfactorio de los aprendizajes que los alumnos realizan en ciencias, tales propuestas son:

---

\* Dirección de la autora: U.B.A. Paseo colón (1063). Bueno: Aires (Argentina)

- 1) la poca atención que los docentes ponen en el método, filosofía e historia de las ciencias (Matthew, 1994);
- 2) que a pesar de ello, los alumnos creen que siempre se les enseña ciencia vieja, pasada de moda (muchas veces tienen razón);
- 3) la descontextualización en que se enseña la ciencia;
- 4) la poca comunicación que se establece entre los contenidos, dando una idea de compartimentos estancos;
- 5) la casi inexistente relación entre los contenidos abordados y la vida cotidiana;
- 6) el desconocimiento de las expectativas de los alumnos frente a la ciencia;
- 7) el suponer a los alumnos tábula rasa, ignorando las explicaciones que ellos tienen de los distintos fenómenos a estudiar.

En todo proceso de aprendizaje, se espera que el que aprende pueda cambiar, aunque sea en parte, su cosmovisión. Es decir, los alumnos deben pasar gradualmente de sus modelos intuitivos a modelos científicos. Para que este proceso sea satisfactorio es fundamental que alumnos y docentes tengan conciencia de sus propias cosmovisiones. Si esto no sucede es poco útil intentar cualquier tipo de discusión formal, los cambios logrados por este camino sólo son temporarios y los alumnos, pasado un tiempo, vuelven a sus modelos intuitivos (Chandler, 1994) (Santilli, 1995-b).

Un camino posible para intentar solucionar estas cuestiones es introducir histórica y filosóficamente temas integrados como pueden ser la relatividad o la cuántica en física, se conocen varios trabajos al respecto (Arruda, S. -Villani, A. 1994, 1995-a y b), (Oliva Freire, Jr. y otros 1995), (Oliveira M.P. de 1995), (Palfreeman 1994), (Papagosta, P. 1995), (Santilli, H. 1995-ay b), (Terrazán, E. 1994). El encarar las estrategias de aprendizaje desde una perspectiva histórico filosófica para mejorar la enseñanza de las ciencias está ampliamente avalado por Matthew, M-R. (1991,1994).

Desde una posición constructivista es importante sondear las ideas de los alumnos antes, durante y después de utilizar las estrategias de

aula. Esta información ayuda a los docentes a hallar soluciones a los problemas de aprendizaje. Si queremos que el alumno aprenda ciencias, además de preguntarle que ideas posee sobre los contenidos a aprender, es conveniente conocer que piensan de la misma. Cabe mencionar que el proceso de construcción es a la vez personal y social, pues es cada alumno el que aprende, pero esa construcción la realiza inmerso en su ambiente (Moreira 1995). Cambiar sus modelos intuitivos por otros formales, puede ser comparado a los cambios de paradigma que ocurrieron en la historia de la ciencia, el alumno sería el equivalente a un científico Kuhniano en medio de una revolución científica (Zylbersztajn 1986).

En este trabajo se analizan algunas preguntas espontáneas, formuladas por alumnos, vinculadas a la vida y obra de Albert Einstein. Se intenta clasificar las inquietudes de los jóvenes relacionadas con este científico tan especial y extrapolar de ellas algunas ideas generales sobre el modelo de ciencia y de científico que tienen los alumnos.

### **Metodología de investigación**

La decisión de elegir un abordaje cualitativo se apoya en el supuesto de que la realidad es una construcción social donde el investigador interpreta los dichos de los investigados, y al hacerlo afecta dicha construcción. Desde una visión holística, para interpretar los datos, se debe interpretar las interacciones entre los datos y el contexto incluido el investigador (Alves 1991).

El análisis de los datos se realizará con base en el establecimiento, saturación y reorganización de categorías según lo sugiere la teoría enraizada (grounded theory) de Glasser y Strauss (1968), (Tumer 1981). Entre las características de esta teorías se pueden destacar las siguientes: es flexible, es abierta, parte de la elaboración e interpretación de hechos observados, no acepta presupuestos y aporta un camino sistemático para realizar una investigación cualitativa (Santilli y Aveleyra 1994).

### **Ubicación de la Experiencia**

Durante 1995 en una escuela privada del Gran Buenos Aires se organizó una feria de Ciencias centrada en la vida, obra y personalidad de

Albert Einstein. En ella participó toda la escuela primaria y secundaria. Para ello, los profesores del área de las Ciencias Exactas y Naturales (4 de matemática, 1 de computación, 1 de física, 1 de química, 1 de biología y 2 de ciencias básicas) prepararon un material para ser trabajado por niveles, en forma intensiva, durante una semana. Al término de la misma se realizó la Feria, abierta al público en general.

Es importante destacar que la escuela tiene como objetivo desarrollar en los jóvenes los distintos aspectos de la inteligencia. Abarca para ello un espectro amplio de contenidos pero apuntando al desarrollo conceptual y creativo de los mismos. Los alumnos todos los años participan en actividades de este tipo centradas en distintas personalidades o eventos nucleantes.

### **Definición de la población**

Si bien en la concreción de la Feria trabajó toda la escuela, sólo se analiza el material proveniente de los alumnos de los tres últimos años del ciclo secundario que en esta escuela reciben la denominación de séniors I, II y III, correspondientes a 3o, 4o y 5o de bachillerato con orientación por áreas: económica, de educación y físico matemática. Los adolescentes en cuestión tienen entre catorce y dieciocho años, manejan convenientemente los idiomas inglés y francés y provienen de familias con buena posición socioeconómica.

Los grupos por nivel, I, II o III son de aproximadamente treinta alumnos cada uno, aunque dicho número es fluctuante porque no siempre trabajan por nivel. Algunas veces lo hacen según su rendimiento mezclando niveles y orientaciones, realizando en este caso, otro tipo de actividades optativas, por ejemplo, los alumnos de mejor rendimiento resuelven individual o grupalmente problemas de ingenio matemático. Estas actividades especiales se organizan según las posibilidades e intereses de los jóvenes.

### **Toma de Datos**

Durante la semana de preparación, previa a la feria, los alumnos de séniors I, II y III recibieron el mismo material impreso preparado especial-

mente sobre los temas a desarrollar. Este trabajo se organizó en módulos de ochenta minutos destinados a los siguientes temas:

LUNES	Vida y personalidad	2 módulos
MARTES	Teoría de la relatividad	2 módulos
MIÉRCOLES	Bomba atómica	1 módulo
	Ciencia ficción	1 módulo
JUEVES	Temas optativos	1 módulo
	Trabajos específicos p/feria	1 módulo
VIERNES	Feria de Ciencias abierta al público	

Los alumnos trabajaron en los distintos módulos, individual o grupalmente, acompañados y orientados por los distintos profesores del área. Las actividades, muy diversas, incluyeron entre otras: exhibición y discusión de videos, búsqueda bibliográfica, organización del material a presentar en la Feria y resolución de las guías de trabajo que prepararon los profesores. La evaluación, realizada por el equipo docente, fue permanente tanto de las discusiones orales como del abundante y variado material escrito. La profesora de Física Patricia Gabarro, al evaluar trabajos correspondientes a alumnos de los tres niveles, rescató cien preguntas espontáneas que realizaron los jóvenes antes y durante el desarrollo de los temas (Ver anexo).

### **Análisis e interpretación de los datos**

De acuerdo con la Grounded theory, el análisis e interpretación de las preguntas formuladas por los alumnos permite su organización en distintas categorías. Muchas preguntas pueden ubicarse en más de una categoría, es importante no partir de categorías preestablecidas sino que las mismas surjan del análisis. Para evitar que nuestras ideas y prejuicios nos lleven a una categorización prematura Thiollent (1982) aconseja la estrategia del "retraso en la categorización". En este caso además de los prejuicios e ideas del investigador, se presentó el problema de la división

temática del trabajo que influenció las preguntas de los alumnos. En un principio las categorías estaban asociadas a los núcleos de las guías de actividades, pero al realizar los entrecruzamientos se pudo reorganizar la información y así redefinirlas convenientemente. Ayudó a atenuar esta dificultad el disponer de un número importante de preguntas. Para poder cumplir esta etapa se realizó una codificación eficiente de ambos tipos de registros que permitió un ida y vuelta permanente entre preguntas y categorías, de modo que se redefinieron convenientemente las últimas. Si bien al categorizar aislamos las ideas, la vuelta al contexto garantiza una mejor interpretación de los datos de campo. Por este camino se pudo enunciar un modelo tentativo que representa las inquietudes de los alumnos frente a la Ciencia y los generadores de la Ciencia, o sea los científicos.

### **Etapas del análisis**

En principio se pudo hacer una macro clasificación separando las preguntas que aluden a la actividad científica directamente, de aquellas que se preocupan por la personalidad del científico (Einstein en este caso) sólo conectadas indirectamente con su quehacer.

El primer grupo se distinguen las siguientes categorías: "método de trabajo", "naturaleza de sus hallazgos", "consecuencias de los descubrimientos científicos" y "responsabilidad del científico, ética".

#### *Método de trabajo*

Por un lado se preguntan cómo pudo enunciar su teoría si no podía experimentar. En esa inquietud se destacan dos aspectos:

- Los jóvenes coinciden con el gran planteo de la filosofía del conocimiento científico de éste siglo: ¿Cómo avanza la ciencia?. Persiste en ellos la idea impuesta por el inductivismo ingenuo que dio origen al denominado "Método Científico" y que supone que la ciencia avanza solamente partiendo de la observación experimental. Es decir, niega toda posibilidad de que un hecho científico pueda llevarse a cabo por otro método (Popper 1985) (Klimovsky, 1995).

- \* En muchos de los adolescentes persiste la imagen del científico trabajando en un laboratorio, haciendo mediciones y a partir de ellas realizar sus descubrimientos. Asocian a los científicos con actividades tales como preparación de sustancias o invención de aparatos que solucionen problemas concretos (Newton and Newton, 1992). Esta imagen, bastante infantil, persiste muchas veces en los adolescentes'y adultos.

Por otro lado se plantean de dónde partió, cuál fue la primera idea, qué acontecimientos lo llevan a enunciar su teoría. Necesitan conocer la evolución histórica de las ideas y también la relación contextual de las mismas, es decir, cómo es el "Universo" en el que se generan y en qué medida lo afectan..

Encontrar estrategias que permitan responder este tipo de cuestiones nos lleva, por un lado, a desarrollar planteos histórico-filosóficos, es decir introducir los temas desde estas perspectivas (Matthew 1991,1994) y, por el otro, a presentar la ciencia en un contexto, conectada a las demás actividades del hombre; el hombre es un hombre social, la ciencia generada por el hombre no puede ignorar este hecho. Presentar a los alumnos una ciencia fría, lejana, segura, no comprometida con su tiempo, genera en los jóvenes rechazo, aunque hay que reconocer que se resisten bastante a incorporar la nueva imagen de ciencia.

#### *Naturaleza de sus hallazgos*

Estas dudas son mas profundas y difíciles de contestar, algunas de las cuestiones que surgen son:

- ¿La ciencia es abstracta o está conectada con el mundo cotidiano?
- ¿Es ciencia o ficción, películas?

Surge aquí la ciencia como fría, lejana y perfecta, o bien ficticia, pero en ambos casos poco ajustada a la realidad del hombre común. A estas ideas se contraponen la necesidad de una nueva imagen de ciencia, contextualizada, más cercana al hombre y a su quehacer diario.

- ¿Hay una ciencia para el bien y otra para el mal? ¿Quién es el dueño? ¿Quién tiene el poder de la ciencia?

Esta nueva imagen de la ciencia se presenta mas riesgosa, no necesariamente buena. Se ve que entran en juego los aspectos éticos de la misma.

- ¿Qué significa viajar en el tiempo? ¿Qué significa relativo, qué todo vale?

estas últimas inquietudes son propias de la Teoría de la Relatividad. Apuntan a los nudos de la teoría: el problema del tiempo por un lado y uno de los prejuicios frecuentes en relatividad "si todo es relativo para qué esforzarse" (Santilli, 1995-a y b).

Todas estas inquietudes no tienen una respuesta trivial, es conveniente que el docente se haga esas preguntas antes de presentar algún tema a sus alumnos. El tipo de respuestas que puede hallar va a depender de la posición del docente al encarar el trabajo. Acá también se ve la importancia de plantear la enseñanza teniendo en cuenta los aspectos filosóficos y sobre todo epistemológicos que acompañan siempre a los desarrollos científicos.

#### *Consecuencias de los descubrimientos científicos.*

La mayoría de las preguntas incluidas en esta categoría reflejan un profundo sentido de indefensión, de impotencia frente al desastre, como si el avance de la ciencia, necesariamente, apuntara a la destrucción del hombre.

Cabe mencionar que los adolescentes en general suelen sentirse desprotegidos y estos es propio de su situación de "adolescentes". Algunos de los desastres asociados al avance de la ciencia como las explosiones de las bombas atómicas al final de la segunda guerra mundial, el peligro de una guerra nuclear, las rupturas y explosiones en usinas nucleares y otros terribles males, de nuestros días, agudizan la situación natural, el asociar los problemas del hombre actual al avance de las ciencia nos lleva directamente a la última categoría de este grupo

#### *Responsabilidad del científico, ética.*

Aparece el científico como un ser humano, inmerso en un mundo social. Las preguntas apuntan a:

- ¿Previo las consecuencias?
- ¿Obró libremente? ¿Pudo evitarlo?
- ¿Cómo enfrentó las consecuencias?
- ¿Quién es el responsable?

Entre las inquietudes de los jóvenes ocupa un lugar importante la búsqueda de la responsabilidad. Si el avance de la ciencia acarrea problemas a la humanidad, tiene que existir un responsable, surge aquí una idea tácita: La ciencia es generada por los hombres, no es un ente lejano y abstracto que existe independientemente del hombre, luego ¿qué clase de hombre permite el desarrollo de una ciencia que puede destruirlo?

Esta última categoría del primer grupo explica la importancia del segundo grupo de preguntas.

En él se reúnen todas las inquietudes asociadas a la personalidad de Albert Einstein (A.E.) que se pueden organizar en tres categorías: "influencias del entorno sobre A.E.", "A.E. se comunica con su mundo" y "cualidades individuales de A.E."

#### *Influencias del entorno sobre A.E.*

Las inquietudes asociadas a esta categoría se pueden englobar en:

- ¿qué piensa la sociedad de él: antes, ahora?
- ¿Alguien o algo (lugar de nacimiento, origen racial, etc.) influyeron en sus decisiones, en sus logros.
- ¿Cómo era su familia, cómo lo trataba?

Vemos aquí que reconocen al científico como un ser social, es probable que esto ocurra porque Einstein está más cerca de ellos en el tiempo que otros científicos sobre los que han estudiado anteriormente.

Esto los lleva a pensar que los otros científicos también son hombres sociales influenciados por el entorno en que viven y se desarrollan. De aquí a aceptar a la ciencia como un producto del hombre y no algo que existe en sí misma, como puede ser una estrella, hay un sólo paso.

*A.E. se comunica con su mundo*

En este caso las inquietudes se pueden englobar en:

- ¿A qué edad se interesó por la ciencia?
- ¿Cómo fue su vida, fue normal? ¿Fue coherente? ¿Fue feliz? ¿Estuvo satisfecho?
- ¿Tenía amigos o era solitario?

*Cualidades individuales de AJE.*

En esta categoría se distinguen las siguientes inquietudes:

- ¿Era biológicamente superior o diferente?
- ¿Era simpático, temperamental, pacífico?
- ¿Cómo trabajaba? ¿Por qué siempre se preguntaba cosas?

En las dos últimas categorías el interés de los jóvenes intenta comparar al científico con las personas que conoce. No sólo supone que la ciencia la hacen los hombres sino que, tal vez, se trate de hombres, en algunos aspectos corrientes, hombres con una vida personal no necesariamente distinta que la de ellos mismos. Es evidente que les interesaba saber que clase de hombre fue individualmente y en su vida de relación. ¿Se parece A.E. a los otros hombres? Aparte de la ciencia, ¿tiene debilidades y virtudes cómo todos o no? ¿Podrá existir otro A.E. cerca nuestro y no nos damos cuenta.

Cabe mencionar que casi la mitad de las preguntas espontáneas que hicieron los jóvenes están en el segundo grupo lo que indica una gran preocupación por los aspectos psicosociales del científico y también, aunque sólo indirectamente, de la ciencia por él generada.

### **Modelo tentativo acerca de las inquietudes de los jóvenes sobre la ciencia y los científicos**

1. ¿Quién construye la ciencia?
2. ¿Cómo es, cómo piensa y cómo siente el que hace ciencia?

3. ¿Para qué y para quién la construye?
4. ¿Cómo se hace ciencia?
5. ¿Hay ciencia buena y ciencia mala?
6. ¿Cuáles son las consecuencias del avance o cambio en la ciencia? ¿Se pueden evitar las consecuencias negativas?
7. ¿Quién es el responsable? ¿Cómo puede ser que la ciencia avance sin que nadie se responsabilice de las consecuencias?

### **Palabras Finales**

Si aceptamos la necesidad de adoptar un modelo constructivista para la enseñanza y de trabajar con temas integrados tanto en cuanto sus contenidos específicos, como en lo que se refiere a los aspectos históricos y filosóficos de la ciencia, es importante analizar la opinión de los alumnos respecto de la ciencia y de los científicos

En el análisis de cien preguntas espontáneas, realizadas por los alumnos durante la preparación de una Feria de ciencias sobre la vida y obra de Albert Einstein, surgen algunas consideraciones generales acerca de las inquietudes de los jóvenes frente a la ciencia.

El desarrollo de un tema de física contemporáneo cuyo origen está relativamente cercano en el tiempo y cuyas consecuencias se vivencias hoy día, presenta a los estudiantes a la ciencia desde una perspectiva diferente de aquella que les es habitual. Toman conciencia de que la misma no existió siempre sino que es producto del trabajo del hombre. Descubren que los científicos son hombres relacionados con otros, no necesariamente seres ideales y perfectos.

Se enfrentan a una ciencia ligada al contexto por un camino de dos sentidos, del mundo hacia la ciencia y de la ciencia hacia el mundo. Encuentran que esta ciencia imperfecta está mas cerca de ellos pero les da menos seguridad que aquella otra ciencia ideal, perfecta, pero absolutamente lejana e inalcanzable.

Reconocen al hombre de ciencia, como hombre, tan parecido a otros hombres que llegan a preguntar ¿hay otros Einstein sin descubrir y no nos damos cuenta?

Tener en cuenta estas inquietudes de los alumnos al preparar una estrategia de aula ayuda al docente a encarar la enseñanza teniendo en cuenta su desarrollo histórico y epistemológico. Es decir, lo obliga a tomar una decisión frente a la ciencia, evita que la transforme en apenas una secuencia de contenidos mas o menos coherentes y una serie de guías de problemas y experimentos. Ciencia involucra mucho mas que eso y los alumnos tienen derecho a conocerla en su justa medida.

### **Agradecimiento**

Muy especial a la profesora Patricia Gabarro, quien además de brindarme el material del cual extraje las cien preguntas utilizadas en este análisis, me brindó todo tipo de información sobre las características de los estudiantes involucrados y de la escuela en que tuvo lugar el evento. Sin su valiosa colaboración no hubiera podido realizar seriamente esta investigación.

### **Anexo**

Preguntas espontáneas realizadas por los alumnos durante el trabajo sobre A.E.

1. ¿Cómo su personalidad lo influyó para poder descubrir tantas cosas, en ese momento desconocidas?
2. ¿Cuáles son las consecuencias de la bomba atómica?
3. ¿Qué relación tienen sus descubrimientos con la bomba atómica?
4. ¿Qué es la teoría de la relatividad?
5. ¿Cómo ayudaron sus descubrimientos para contribuir a la ciencia moderna?
6. Sus pensamientos, ¿eran adelantados para la época?

7. La bomba atómica, ¿es tan peligrosa como se dice?
8. ¿Cuántas bombas atómicas hay en el mundo?
9. La relatividad, ¿es algo matemático o de la vida diaria?
10. ¿Quiso Einstein hacer la bomba atómica o lo obligaron?
11. ¿Cuáles fueron sus descubrimientos más importantes?
12. ¿Siempre quiso ser científico?
13. ¿Qué relación tiene Einstein con la ciencia ficción?
14. ¿Murió conforme con su vida?
15. ¿Qué cosas concretas lo impulsaron a ser pacifista?
16. ¿Qué le diría a quienes utilizaron sus estudios para matar a miles de personas?
17. ¿No sería dañino para la humanidad el descubrimiento de la máquina del tiempo?
18. ¿Desde qué edad Einstein empezó a interesarse por la ciencia?
19. ¿Hubo alguien en su familia que lo incitara a interesarse por la ciencia?
20. ¿Qué experimentos hizo para hallar la teoría de la relatividad?
21. ¿Cómo eran sus hijos?
22. ¿Cómo era con las demás personas, los trataba bien?
23. En esa época, ¿era una persona importante como ahora?
24. ¿Disfrutó de la vida? ¿Estuvo satisfecho?
25. ¿Cómo hizo para pensar en la teoría de la relatividad tanto tiempo y no darse por vencido?
26. ¿Cómo afectaron sus conocimientos sobre el átomo en el desarrollo de la bomba atómica?

27. ¿Cómo encaraba sus proyectos?
28. ¿Era un superdotado?
29. ¿Tenía una vida normal?
30. La teoría de la relatividad, es relativa?
31. ¿Para qué otras cosas es útil la teoría de la relatividad?
32. ¿Por qué siempre muestran futuros perfectos?
33. ¿Podremos alguna vez viajar en el tiempo?
34. ¿Tuvo su propio laboratorio?
35. ¿Tenía un coeficiente intelectual más desarrollado?
36. ¿Qué carrera siguió como universitario?
37. ¿Por qué se seguía preguntando siempre?
38. ¿Fueron siempre igual sus ganas de trabajar y descubrir o aumentaron a medida que fue creciendo?
39. ¿Cómo pudo decir todo lo que dijo acerca de la teoría de la relatividad si no se pudo comprobar en ese tiempo el viajar a la velocidad de la luz?
40. ¿Cómo no se dio cuenta de lo que podía pasar al dar su famosa fórmula?
41. Ciencia ficción, ¿alguna día será realidad?
42. ¿Siempre encontró respuestas a sus preguntas?
43. Si él no hubiese llegado a la fórmula, ¿igual se hubiese inventado la bomba?
44. ¿Qué creía la sociedad de Einstein?
45. ¿Cómo lo trataba la gente?
46. ¿Su personalidad se reflejaba en su trabajo?

47. ¿Cómo pudo Einstein sobrevivir y trabajar durante la segunda guerra mundial si era judío?
48. ¿Qué tenemos hoy gracias a Einstein?
49. Si el espacio y el tiempo son relativos, ¿por qué la velocidad de la luz es absoluta?
50. ¿Fueron las grandes dudas de la ciencia las que dieron origen a la ciencia ficción?
51. ¿Qué animales se salvan después de la explosión de la bomba atómica? ¿Las cucarachas?
52. ¿Cómo se mide la velocidad de la luz?
53. ¿Qué es un año luz?
54. ¿A qué edad empezó a preguntarse y a plantearse teorías?
55. ¿Qué sintió cuándo la bomba atómica destruyó toda una ciudad y tantas personas?
56. ¿Qué más se podría hacer basándonos en la teoría de la relatividad?
57. ¿Por qué es posible viajar al futuro y no al pasado?
58. La carta que Einstein le escribió a Roosevelt, ¿no sirvió de nada?
59. ¿Se han intentado hacer viajes al futuro o al pasado cómo se hace en las películas?
60. ¿No se imaginó qué peligrosa era la bomba atómica?
61. ¿Con qué instrumentos hizo los cálculos para armar la teoría de la relatividad?
62. ¿Sus teorías le dieron plata?
63. ¿Es verdad que Einstein tenía el cerebro más grande que lo normal?
64. ¿Hay posibilidades de que tiren otras bombas atómicas?
65. ¿Es posible vivir en Hiroshima ahora?

66. ¿Vamos hacia la destrucción del mundo?
67. ¿Por qué no probaba sus teorías?
68. ¿Por qué es el científico más grande del siglo XX?
69. ¿Para qué guardaron su cerebro y sus ojos y ahora los compró Michael Jackson?
70. ¿Existe otra cosa que sea relativa?
71. ¿Cuál es la idea inicial que tomó Einstein para estudiar la relatividad de las cosas?
72. ¿Qué hubiese pasado si nace en el siglo XVIII? ¿Y en el año 3000?
73. ¿Qué pasa con la imagen de un espejo si la persona viaja a la velocidad de la luz?
74. ¿Hay otros Einstein sin descubrir y no nos damos cuenta?
75. ¿Se puede hacer una paradoja para el bien?
76. ¿Era Einstein loco realmente?
77. ¿Se dudó alguna vez de la teoría de la relatividad?
78. ¿Sobreviviría un ser humano viajando a la velocidad de la luz?
79. ¿Qué hubiera pasado si él viviera en estos años y siguiera descubriendo cosas?
80. ¿Quién o que país se quedó con todas sus investigaciones o descubrimientos?
81. ¿Cómo usa el mundo actual las teorías de Einstein?
82. ¿Alguna vez se sintió sólo?
83. ¿Siempre fue autodidacta?
84. ¿Cómo llegó Einstein a comprender que el reposo del movimiento en una línea recta se ve lo mismo?

85. ¿Qué pasaría si llegaría a ocurrir una paradoja?
86. ¿Qué paradoja en la vida cotidiana llevó a Einstein a descubrir la teoría de la relatividad?
87. ¿Qué hubiera cambiado si nacía en otro lugar?
88. ¿Por qué nunca demostró que se sentía solo?
89. ¿Realmente se podría viajar al futuro o al pasado sin que se deforme el ADN?
90. ¿Qué hubiese pasado si el aún siguiera viviendo?
91. ¿Era un hombre temperamental o pacífico?
92. ¿Era discriminado por su inteligencia?
93. ¿Su fórmula puede ser utilizada para cosas buenas?
94. ¿Por qué hay relatividad tiempo-espacio de la tierra a la luna?
95. ¿Tenía muchos amigos?
96. ¿Era simpático?
97. ¿Cuál es la necesidad hoy en día para la existencia de una bomba nuclear?
98. ¿Sufrió demasiado en su vida?
99. ¿Cuánto tiempo de su vida dedicó a sus proyectos?
100. ¿Es la curiosidad lo que más se destaca en su personalidad?

### **Bibliografía**

ALVES, A.J., 1991, O Planejamento de Pesquisas Qualitativas Em Educa<sup>^</sup>ao, Cad. Pesq., Sao Paulo, (77) 53-61. maio.

ARRUDA, S. -VILLANI, A, 1994, Contribu<sup>^</sup>oes da Historia da Ciencia Ao Ensino da Relatividade, Resumos IV. EPEF (Encontro Pesquisadores o Ensino de Fisica), Florianópolis, Brasil: 46-49.

ARRUDA, S. -VILLANI, A. 1995 -a, O problema da teoria da Relatividade Especial e Suas Conseqüências Para o Ensino, Atas de XI SNEF (Simposio Nacional de Ensino de Física), Niteroy, Brasil: 183-186.

ARRUDA, S. -VILLANI, A. 1995 -b, Conceptual Change in Special Relativity Theory: Contributions of History of Science, Third International History Philosophy and Science Teaching Conference Proceedings, Minneapolis, Minnesota, U.S.A.: 53-61

CHANDLER, 1994. Philosophy of Gravity: Intuitions Four -Dimensional Curved Spacetime, *Science and Education*, 3:155-176.

GLASSER & STRAUSS, 1968, Discovery of Grounded Theory. Strategies for Qualitative Research, Weinfeld and Nicholson, London, UK.

KLIMOVSKI, G. 1995, Las Desventuras del Conocimiento Científico. Una Introducción a la Epistemología. A.Z. Editora, Argentina.

MATTHEW, M. R. 1991, History and Philosophy and Science Teaching. Selected Readings, OISE Press, Teachers College Press, Toronto, Canada.

\_\_\_\_\_. Science Teaching. The Role of History and Philosophy of Sciences. Routledge, New York. 1994.

MOREIRA, M.A. Constructivismo y Cambio Conceptual. Conferencia dictada en la Facultad de Ingeniería de la U.6.A. (7/08) y en la Facultad de Ciencias Exactas de la U.N. del Centro (12/09). Argentina.

NEWTON, D.P and NEWTON, L.D. Young Childre's Perceptions of Science and the Scientist. *Int., J. Sci. Edu.* 14 (3): 331-348.

OLIVA, Freire, Jr., R.A. de Carvalho Neto, J.F.M. Rocha, M.J.M. Vasconcelos, M.S. Socorro y E.L. dos Anjos. Introducing Quantum Physics in Secondary, Third International History, Philosophy and Science Teaching Conferences Proceedings, Minneapolis, Minnesota. 412-419.

OLIVEIRA, M.P. de. Estrategias para o Ensino de Relatividade Restrita, Atas de XI SNEF (Simposio Nacional de Ensino de Física), Niteroi, Brasil: 211-216.

PALFREEMAN. Relativity on a Single Sheet, *Physics Educaton*, 29: 217-221.

PAPAGOSTA, P. Einstein his Science and Humanity: A Modem Physics Course for Non-Scientist, Third International History, Philosophy and Science Teaching Conference Proceedings, Minneapolis, Minnesota: 950-957.

POPPER, K. Realismo y Objetivo de la Ciencia. Madrid: Tecnos.

SANTILLI, H. y AVELEYRA, E. La Formación del Pensamiento Físico en Estudiantes. Memorias II SIEF. Buenos Aires, pp. 185-190. 1994

SANTILLI, H. Relatividad Restringida: Un Desarrollo para Enseñanza Media. Atas de XI SNEF (Simposio Nacional de Ensino de Física), Niteroi, Brasil. 189-203. 1995a.

\_\_\_\_\_. Special Realtivity Theory and High School Students. Third International History, Philosophy and Science Teachingg Conference Proceedings, Menneapolis, Minnesota. 1003-1011. 1995b.

TERRAZÁN, E. Perspectivas para Física Moderna e Contemporânea na Escola de Segundo Grau, Resumos IV EPEF (Encontro de Pesquisadores o Ensino de Física), Florianópolis, Brasil: 38-45. 1994.

THIOLLENT, M. O Proceso de Entrevista. En: Crítica Metodológica em Investigado Social. Enquete Operaría. 3 er. de. Edit Polis: 79-99. 1982

TURNER, B.A. Some Practical Aspects of Qualitative Data Analysis: One Way of Organising the Cognitive Processes Asociated with the Generation of Grownded Theory, Quality and Quantity, 15: 225-247. Elsevier Publishing Company, Amsterdam, printen en Netherlands. 1981.

ZYLBERSZTAJN, A. Teaching in the Light of Khun, en GILBERT, J., PARSONS, C. and POPE, M. (orgs.) Diploma in the Practice of Science Education, Module C5 (The Processes of Science abd Technology). Londres, University of Surey and Roehampton Institue. 1986.