

Einstein, la Educación y su Contraste con la Enseñanza Superior Actual

EDUCATIO PHYSICORVM



ISSN 1870-9095

Rafael Zamorano Ulloa¹, Ignacio Colín Durán¹ Javier Méndez², Arturo Mendoza², Verónica Lucero Villegas Rueda³

¹*Departamento de Física, Escuela Superior de Física y Matemáticas IPN, Av. IPN S/N, UPALM Edificio 9, Col. San Pedro Zacatenco, CP 07038, CDMX.*

²*Departamento de Física, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica IPN, Av. IPN S/N, UPALM Edificio 9, Col. San Pedro Zacatenco, CP 07038, CDMX.*

³*Departamento de Ciencias Básicas, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingenierías Y Tecnologías Avanzadas IPN, Av. IPN, La Laguna del Barrio Ticomán, CP 07325, CDMX.*

E-mail: vvillegasr@ipn.mx

(Recibido el 20 de septiembre de 2024, aceptado el 18 de diciembre de 2024)

Resumen

Albert Einstein expresó opiniones duras sobre la educación que él recibió en escuelas alemanas, esta fue una de las razones por las que emigró a Suiza a los 16 años. Einstein abogaba por una completa libertad para los maestros de usar los métodos pedagógicos que mejor les pareciera. Desde un punto de vista de institución educativa que atiende miles y miles de estudiantes, ciertas normas, procedimientos, programas de estudio y calendarios, encontramos así, que una libertad muy amplia no parece factible. Aquí realizamos un contraste entre como veía A. Einstein la educación, rígida, severa, castigadora en la que él no encontraba ninguna motivación, y como la perciben actualmente profesores con considerable experiencia docente en carreras STEM. Surgen estas preguntas ¿Los maestros están motivados? ¿Les gusta lo que hacen? ¿Les gusta enseñar? ¿Proponen ideas, proyectos, experimentos novedosos y atractivos? En contraste, siempre se encuentran estudiantes entusiastas, con hambre de conocimiento, propositivos que desarrollan las tareas que entregan con buen nivel. Planteamos que los profesores continúen su labor, a veces titánica, de motivación, no por castigos, poniendo toda su atención a todos y cada uno de los estudiantes, luchando contra la apatía con clases edificantes, llenas de hechos y resultados que asombran, resolviendo, con los alumnos más problemas en clase, más desarrollo de proyectos. Disparando en cada clase la imaginación y la emoción de los estudiantes además de proporcionar conocimiento. Ampliando un poco a Einstein creemos que es tan importante la imaginación, la emoción y el conocimiento”.

Palabras clave: Opinión de Einstein sobre Educación, imaginación, motivación, innovación, curiosidad, proyectos.

Abstract

Albert Einstein expressed hard opinions on the education he received in German schools. This was one of the reasons why he emigrated to Switzerland at the age of 16. Einstein advocated for a complete liberty for teachers to use the pedagogical methods they find suitable. From an Education Institution point of view that attends thousands and thousands of students, with norms and schedules to follow we find a complete liberty not feasible. In this work we carry on a contrast between Einstein's opinions on education as rigid, severe, punishing, in which he encountered no motivation and how it is, at present, perceived by STEM teachers with wide experience in teaching. Some questions emerge: Are the teachers motivated? Do they enjoy teaching? Do they propose ideas, projects, novel, attractive experiments?. On the other hand, there are, frequently, enthusiastic students, hungry of knowledge, proactive and carry out projects, they hand out well done works, and well solved problems. We propose teachers continue their titanic labor awakening curiosity, motivation, joy, but not by coercion nor punishment, fighting apathy with edifying lectures full of facts that awe students, solving interesting problems in class, developing projects, catapulting in each class the imagination and emotion-Joy of students, in additions to generate high quality knowledge. Generalizing a bit Einstein's opinion we would say that is as important imagination, emotion-joy and knowledge.

Keywords: Einstein opinions on Education, imagination, motivation, innovation, curiosity, projects, problem solving.

I. INTRODUCCIÓN

OPINIONES Y EXPERIENCIAS EDUCATIVAS DE EINSTEIN

La educación es de un valor inmenso para un país, con ella se forman médicos, ingenieros, cardiólogos, neurólogos,

arquitectos, licenciados y maestros a todos los niveles, científicos y tecnólogos y muchos más. Todos ellos de valor inmenso para el avance del país, para el sostenimiento de un sistema de salud adecuada, para un sistema alimentario y energético sustentable, para tener un sistema de educación fuerte, robusto que impulse las ingenierías, las ciencias y las

tecnologías avanzadas, ahora muy socorridas la Robótica y la Inteligencia Artificial, pero sin detrimento de las ingenierías, eléctrica, electrónica, civil, mecánica, industrial, etc. Los estudiantes que se deciden por ciencias básicas, en el futuro serán también soporte de las ciencias aplicadas. La física y las matemáticas están en el núcleo de estos campos. Aquí nos concentramos en las llamadas carreras STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics en inglés). Estas carreras y doctorados existen como tales desde hace mucho tiempo. El joven Einstein ingreso a este campo, STEM, en Suiza, en el Instituto Politécnico de Zurich en 1896, a la edad de 17 años [1, 2, 3]. Estudió allí cuatro años y se enfocó en física y matemáticas. Al inicio, él quería ser matemático, pero la física le fue atrayendo más y más (él notaba que tenía facilidad para la física). Y cuando termina y recibe su diploma, nadie lo contrata. Ningún profesor del instituto le ofreció una plaza de ayudante. Se dice que la razón principal de ello fue que se ganó la animadversión de algunos profesores porque preguntaba mucho, sus preguntas eran profundas y no las podían contestar, sentían que quedaban en ridículo, ¡así que mejor no lidiar con aquel joven tan inquisitivo! La autoridad “superficial” de estos profesores se veía en entredicho. Ya graduado en 1900 sólo había conseguido dar clases particulares a algunos estudiantes, pero eso no le daba de comer y ya en situación económica muy estrecha y con planes de casarse con Mileva Maric, compañera en la universidad, recibe una recomendación del padre de su amigo Marcel Grossmann para una plaza de oficial segundo en una oficina de patentes [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Logra la plaza en 1902, y allí empieza a realizar su gran obra en física teórica. Ya en 1905 publica 5 artículos científicos de gran envergadura. Uno de ellos sobre la relatividad Especial, otro sobre el efecto fotoeléctrico (por el cual le otorgaran en 1923 el premio nobel), otro sobre el movimiento browniano, etcétera.

II. METODOLOGÍA

Nuestra metodología consiste en repasar algunas opiniones de A. Einstein sobre la educación, la que él recibió en Alemania y en Suiza, después y su opinión ya cuando él mismo da clases (pocas), seminarios, etcétera, y contrastar con métodos actuales estándar en enseñanza media superior y superior. Enfocándonos mayormente en carreras STEM del IPN, de la UNAM Y UAM. Las apreciaciones expuestas aquí son más derivadas de la experiencia docente de los autores, más de 2400 [$(4 \times 17) + 34$] cursos STEM, que de mediciones estadísticas de exámenes, proyectos, participaciones, coloquios, etcétera.

III. DESARROLLO

Primero revisaremos algunas de las opiniones de Einstein sobre la educación que manifestó a lo largo de los años en entrevistas, en sus libros escritos, a sus biógrafos [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14] y daremos un contexto de

ello para comprender mejor el significado. Consideramos varios puntos que toca Einstein como muy relevantes en la educación actual, v.gr. la imaginación, la emoción y el conocimiento, la no represión de estudiantes-dejándoles su libertad de estudio íntegra, pero acotada en el tiempo. Luego viajaremos en el tiempo al momento actual e interrogamos a un(a) profesor(a) sobre cómo es que lleva sus cursos, clase a clase: ¿si sólo explica teoría? ¿hacen practicas?, hacen exámenes? ¿desarrollan proyectos? ¿resuelven problemas de libro de texto? ¿resuelven problemas de aplicación interesantes? (¿cómo definimos un problema interesante?) ¿los aplican a situaciones de ciencia y tecnología actuales?, Donde surge la emoción en esas clases? ¿cómo inciden en innovación en sus clases? ¿promueven el desarrollo de proyectos grupales y/o individuales? ¿llevan a los estudiantes a visitar laboratorios de investigación? ¿los motivan y llevan a congresos del área de interés? Seguro habrá más interrogantes, el tema es muy amplio y complejo, aquí nosotros abordamos algunos de los arriba mencionados.

Antes de seguir con las experiencias escolares de A. Einstein y sus opiniones, deseamos aquí contrastar con situaciones actuales en aulas de educación media superior y superior. Los que nos encontramos inmersos en estas instituciones como maestros, acaso hemos tenido experiencias en los grupos, por materia, ¿de jóvenes muy inquisitivos? ¿unos, otros no tanto y aún otros con total desinterés?, ¿e indiferencia? La experiencia sumada como docentes de los autores rebasa los 100 años de dar cursos en nivel superior de carreras STEM. El número de cursos ofrecidos, enseñados y calificados son más de 2400 en este tiempo. Sin ser el objetivo llevar a cabo estadísticas precisas, ni contabilidad de alumnos comprometidos/no comprometidos, si podemos decir que en cada grupo, en cada escuela, en cada semestre/año ha habido estudiantes comprometidos, cumplidos, que van avanzando, aprendiendo, realizan todos (o casi todos) los ejercicios asignados en el curso, los trabajos que entregan están (muy) bien elaborados, obtienen las calificaciones más altas en los exámenes, se acercan a preguntar sobre la física y/o matemáticas involucradas al profesor. A este subgrupo le llamaremos subgrupo I. Véase el diagrama de la figura 1. En contraste, en cada grupo se observa la presencia de los desinteresados, faltistas, no realizan las actividades solicitadas al grupo, obtienen calificaciones bajas (y muy bajas en exámenes), no parece interesarles su futuro inmediato en la escuela, a este subgrupo le llamaremos III, figura 1. Y existe un subgrupo intermedio, grupo II, que falla, a veces se ausentan, entregan los trabajos de curso incompletos, en los exámenes obtienen calificaciones mixtas (a veces buenas, a veces malas). En este subgrupo se centran las calificaciones entre 5 y 7.5 en escala de 0 a 10. Aquí consideramos, para fijar mejor las ideas que siguen, que alumnos que obtienen de entre 7.2 a 8.10 están en un subgrupo de transición (T) entre el subgrupo I y subgrupo II, figura 1. De hecho, un promedio de 8.0 como mínimo es requisito para obtención de alguna beca. Imaginemos, tomando un curso de física teórico/experimental (clase de teoría con laboratorio), un grupo de estudiantes, digamos 40 alumnos, quizá unos 10 están en el subgrupo III, sólo uno, o

dos o hasta tres alumnos están en el subgrupo I y el resto en el grupo T y II. Los alumnos extrovertidos expresan sus ideas y con frecuencia sus emociones en relación al curso, otros sólo expresiones faciales, a veces muy evidentes. Los maestros/maestras pueden captar (con cierta facilidad) este lenguaje emocional.



FIGURA 1. Una representación de tres poblaciones imaginadas de estudiantes que están inscritos en un curso STEM. Una población I, otra transicional T, una población II y por último una población III que no siempre van y no siempre muestran gran interés por el curso, no presentan los exámenes durante el curso. Los primeros son inquisitivos, cumplen la gran mayoría de tareas, ejercicios, proyectos asignados. Los extrovertidos muestran con cierta frecuencia si algo de la clase los emociona.

Los números exactos aquí son irrelevantes, lo que importa es el tamaño relativo de estos tres grupos. El grupo de los estudiantes más cumplidos, comprometidos siempre es el menor, el grupo de los que van progresando con mayor esfuerzo y fallan, a veces se recuperan, son, quizá, inconsistentes, es el más grande con quizá una población del 80% al 50% del grupo (estas varían ampliamente) y el resto forman el grupo III. Nótese que el joven A. Einstein no encaja muy bien en ninguno de estos grupos. Los profesores lo sacaban de clase o le pedían que mejor no asistiera, pero el absorbía toda la materia, cosa que demostraba en los exámenes [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7], la figura 2 muestra las calificaciones de A. Einstein del año 1896, cuando Albert tenía 17 años en la escuela de Aarau, en Suiza.

Consideramos que dichas calificaciones son “buenas” (¿muy buenas?) y adecuadas para ingresar a la universidad. Einstein criticó la autoridad “falsa” de algunos profesores que tuvo. La rigidez de la escuela y los exámenes lo asfixiaba, el ritmo de avance de los programas en las clases no siempre iba de la mano con su aprendizaje, el deseaba más libertad, más conocimiento, para él exámenes era coerción [3, 4, 7, 8, 9]. Si le llamaba la atención el trabajo experimental pues se reclusa en el laboratorio cuando no le era permitido entrar a una clase teórica (de acuerdo a su autobiografía).

Herr Albert Einstein, von Aarau, geboren den 14. März 1879.	
besuchte die Aargauer Kantonschule Aarau die II. & IV. Klasse der Gewerbeschule.	
Nach abgelegtem schriftl. Annual- & Halbjahrsprüfung am 18. & 21. September sowie am 20. September 1896 erhielt derselbe folgende Noten:	
1. Deutsche Sprache mit Literatur	5
2. Französisch	5
3. Englische	5
4. Mathematik	5
5. Geschichte	6
6. Geographie	4
7. Algebra	6
8. Geometrie (Elementar- & analytische Geometrie)	6
9. Aristotelische Geometrie	6
10. Physik	6
11. Chemie	5
12. Naturgeschichte	5
13. Latein	4
14. Die technischen Zeichnungen (Kopieren der Zeichnungen)	4
Gesamtl. herausg. wird demselben das Zeugnis der Reife erteilt.	
Aarau, den 3. Oktober 1896.	

FIGURA 2. Calificaciones de A. Einstein en la escuela preparatoria en Aarau, Suiza, a) con este certificado ya se pudo inscribir a la universidad (Instituto Politécnico de Zúrich, ahora ETH), nótese que su calificación en matemáticas es 6 (la máxima) y tiene 4 en Geografía, todas sus calificaciones son aprobatorias y su promedio global es de 5.2 equivalente en escala de cero a 10 de 8.66, b) fotografía de Albert a los 17 años, la época de estas calificaciones.

Podría decirse que su preparación académica tuvo una gran dosis de auto preparación leyendo y asimilando una variedad de libros de física y matemáticas. A los 12 años la geometría de Euclides que le llevo el estudiante de medicina Max Talmey y entre los 12 y 16 años los magníficos libros de física (¿educativa?) para el público en general de Aaron Bernstein, figura 3, y ya en la escuela en Suiza, aprovechando la gran ayuda de los apuntes de clase, concienzudamente (término usado por Einstein) tomados por sus amigos [3, 4, 5, 6]. En la figura 3 mostramos una mesa llena de libros, tal como pudo haber estado su mesa de estudio en su adolescencia (15-16 años) y A. Einstein en bicicleta. Eso, dice el propio Einstein, le dio mucha libertad para escoger y hacer lo que más quería. En el mismo párrafo de su autobiografía él dice: No es nada corto de un milagro que los métodos modernos de instrucción no hayan todavía estrangulado totalmente la “santa” curiosidad de investigar, porque esta pequeña y delicada planta, además de estimulación, tiene necesidad de libertad [2, 3, 4, 7, 8, 9] (*for this delicate little plant, aside from stimulation, stands mainly in need of freedom.*). Einstein también abogaba por una completa libertad para los maestros de usar los métodos pedagógicos que mejor les pareciera. Esa libertad para estudiar, para pensar “en física” la siguió apreciando por el resto de su vida.

Desde un punto de vista de institución educativa que atiende miles y miles de estudiantes, ciertas normas, procedimientos, programas de estudio, calendarios se tienen que cumplir cuatrimestral, semestral y anualmente, además que hay exámenes de segunda vuelta, extraordinarios y a título de suficiencia. Encontramos así, que una libertad muy amplia no parece factible. Además, en muchas escuelas de nivel medio superior y superior hay “alarmante” escases de equipo apropiado en los laboratorios y estos cursos sufren una gran deficiencia de preparación práctica y técnica para

los estudiantes. Imaginación e inventiva son aquí un reto para los (las) maestros/as.

Hoy en día los profesores pueden hacer uso de diversa tecnología educativa como gran cantidad de software educativo y de aplicaciones STEM diversas, electrónica modular (con costos más accesibles), simuladores en línea, laboratorios virtuales, teléfonos inteligentes, detectores y sensores muy sensibles, inteligencia artificial entre otras. Aun así, sigue siendo un verdadero impedimento la falta de motivación de algunos estudiantes con poco o nada de interés en asistir a sus clases y cumplir con sus tareas.

Regresando con el joven Einstein, y dentro de esa libertad para estudiar y pensar, a la edad de 16 años se le ocurre el experimento pensado (Gedankenexperiment) [5] de ir, él, sobre una bicicleta a una velocidad igual y paralela a la de un rayo de luz que viaja en paralelo [3, 4, 5, 6, 7], ver figura 3. Nunca encontró la respuesta (no existía) proveniente de ningún maestro ni de ningún libro, hasta que él mismo generó la teoría de la relatividad especial diez años después.

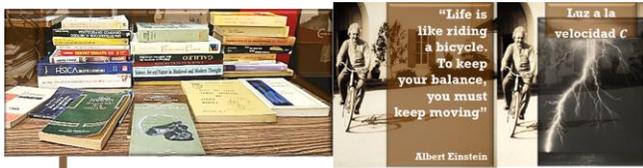


FIGURA 3. A) A la izquierda, una mesa llena de libros, tal como pudo haber estado su mesa de estudio en su adolescencia (15-16 años) cuando lee ávidamente la serie de libros de divulgación de la ciencia de Aaron Bernstein, que, al recordarlos, mucho tiempo después, Einstein menciona que le proporcionaron un gran conocimiento y placer (Joy); B) famosa foto de Einstein, real, montado en una bicicleta en Princeton. C) A los 16 años (en un experimento pensado el joven Einstein va persiguiendo un rayo de luz y se pregunta: ¿si lo alcanzo que vería? ¿Una onda electromagnética estacionaria? La figura es un montaje de Einstein (viejo) montado en su bicicleta persiguiendo el rayo de luz que imaginó a los 16 años (de acuerdo a su recuerdo). La respuesta la encontró el mismo en su teoría de la relatividad restringida de 1905.

¿Qué pudo haber hecho un maestro de física de Albert en ese tiempo? ¿Quizá oírlo, escucharlo, platicar entre ellos esas ideas y a donde llevaban?, recomendarle libros, motivarlo a que continuara con ese tema, verificar con él que poca gente tenía esas ideas en la mente y que no había solución física a ella, que él siguiera buscándola (que en todo caso fue lo que hizo). Animarlo a seguir cuestionando el mundo y proseguir con su autoaprendizaje. ¿Hoy en día que haríamos con estudiantes tan curiosos, con miles de preguntas? Nada muy especial, oír sus argumentos, el planteamiento de sus preguntas, corregir algún concepto fundamental equivocado, y animarlo a seguir ese camino, y catapultar su curiosidad, su emoción por ello y su imaginación. Alimentarlo con libros (como hizo Max Talmey con el joven Einstein) que tal vez él (ella) no conoce. Quizá ese estudiante regrese con nosotros y quiera volver a platicarnos sus avances o dudas, etc...

HAY MAESTROS EN EDUCACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA QUE MOTIVAN A ALUMNOS A SEGUIR UNA CARRERA STEM

Recibimos alumnos en carreras STEM (v.gr: nuevo ingreso a ingenierías y a ciencias) que vienen (directamente) motivados por algún maestro de matemáticas que los motivó de manera importante y/o les enseñó lo bellas y comprensibles (en sus clases, con sus clases) que pueden ser las matemáticas y la física. Las historias de motivación contadas por nuestros estudiantes se multiplican año con año. Esta motivación que genera emoción, positiva palpable, incluye que los maestros, en algunos casos, les han dicho que “son buenos” para matemáticas y/o física, tal reconocimiento se les queda impreso por mucho tiempo y coadyuva a la posterior selección de área de estudio. Einstein fue también grandemente influenciado por el libro de álgebra de Euclides a los 12 años que le dio el estudiante de medicina Max Talmey y por la enciclopedia de ciencia que leyó durante su adolescencia, esto lo menciona en su autobiografía de 1949 a la edad de 70 años. Como vemos, le impactaron por el resto de su vida.

III. ANÁLISIS

¿EINSTEIN FUE EL ÚNICO ALUMNO CON PREGUNTAS PROFUNDAS EN CLASE? Ó ¿SIGUE HABIENDO HOY ALUMNOS ASÍ DE PROFUNDOS? Y ¿QUÉ HACEMOS CON ELLOS?

Se sabe por las biografías, varias, de A. Einstein y de sus propios escritos [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14] que preguntaba mucho en clases, que sus preguntas eran profundas, había profesores que se molestaban tanto con esas preguntas tan embarazosas que no sabían muy bien que responder (en algunos casos, esos maestros ni siquiera habían pensado en ello antes) y querían que el joven Einstein se callara o bien lo sacaban de clase o descalificabas la intervención del joven agudo y crítico. Según el mismo Einstein eso lo hizo ausentarse de clases más y más y se iba a refugiar a los laboratorios y allí hacía experimentos por su propia cuenta. Esto le aumentaba su curiosidad, su capacidad observacional, sus preguntas (a veces tan profundas) más y más, pero dejaba de asistir a clases. Para los exámenes estudiaba sobre las notas de sus compañeros y así presentaba los exámenes, en los cuales le iba bastante bien. La figura 2. Muestra un certificado de calificaciones del año 1898 en el que obtiene un promedio mayor de 5.5, tómese en cuenta que la calificación máxima era de 6.0, o sea, estas calificaciones son excelentes. Nótese que en buena medida se estaba formando de forma autodidacta y por los resultados obtenidos, su formación, su curiosidad, su conocimiento, su imaginación, fue una preparación adecuada, de frontera, exitosa.

¿Hoy en día tenemos estudiantes a nivel medio superior y superior del tipo del joven Albert? Después de analizar nuestras experiencias conjuntas como maestros, que suman más de 100 años dando cursos a todo tipo de estudiantes, nuestro parecer es que sí los hay y prácticamente en cada

generación, no son muchos, pero sí unos dos o tres que son altamente preguntones, con inteligencia lógico-deductiva, muy motivados, emprendedores, muchas veces no son retadores en clase, se acercan más bien como a consulta privada. Ellos son capaces de trabajar bien los problemas de física y matemáticas que se les plantean como tareas y/o en clase, si van más adelante, sobre todo por su empuje, su ímpetu, que el restante 90% del grupo, otro subgrupo se define como cumplido, con interés, con curiosidad, preguntan, hacen los ejercicios de tarea, no siempre bien ejecutados, y se nota su progreso durante el curso en cuestión, se expresan mejor, con mayor claridad, su curiosidad “científica” crece, se emocionan ante un proyecto y el prospecto de exponer los resultados en una reunión académica y/o congreso sobre todo si se realiza en otra ciudad, hay que viajar ¡Guauu!, Realmente les gusta, les apasiona.

En la formación de todos los autores de este trabajo, siempre estuvo presente un congreso de física nacional y algún otro internacional, incluyendo actividades de la conmemoración (en España, San Sebastián) en 2005 de los cien años del “*Annus Mirabilis*” precisamente de A. Einstein. ¿Y qué se puede hacer como maestro, lo mejor posible, ante la presencia de estos brillantes estudiantes? En nuestra opinión consensada, creemos que básicamente guiarlos en lo que ellos pidan, acompañarlos en su camino exploratorio, aclarando tantas dudas como tengan y pregunten, compartirles experiencias paralelas, historias de profesores (anteriores) brillantes y con el don de la motivación y super apoyadores en su momento. Dignos de una “novela de amor a la educación”, llena de compromiso, vocación, entrega. Hoy por hoy conocemos varios profesores (as) de esta clase singular.

Otro punto en la comparación con la opinión de A. Einstein es: ¿qué hacer como maestros cuando un alumno hace una pregunta que en ese momento no sabemos responder?, reaccionamos con enojo?, los esquivamos (¡todo mundo se da cuenta!), o peor, los corremos de clase porque preguntan demasiado! Eso le hicieron a Einstein en su escuela en Alemania.

Con el tiempo Einstein dirá: “THE PRINCIPAL ART OF THE TEACHER IS TO AWAKEN THE JOY IN CREATION AND KNOWLEDGE”.

El libro “*The Ultimate Quotable Einstein*” [6] aclara que esta frase probablemente si fue dicha por él (1931) aunque no sea original de Einstein. Anatole France dijo algo similar en 1881.

En 1934 dirá una vez más:

“La cosa más valiosa que un maestro puede impartir a los niños (y jóvenes) no es conocimiento y entendimiento *per se*, sino un deseo, un hambre por conocimiento y entendimiento y una apreciación por valores intelectuales, sean estos artísticos, científicos, o morales”.

[*The most valuable thing a teacher can impart to children is not knowledge and understanding *per se* but a longing for knowledge and understanding, and an appreciation for intellectual values, whether they be artistic, scientific, or moral].

Ambas frases van al mismo punto: enfatizan que enseñar es un arte, que se debiera despertar gusto por el conocimiento, el entendimiento, en la creación (en el aula) y apreciación por valores intelectuales.

Otros puntos de las opiniones de Einstein que concuerdan con las nuestras y que son plenamente válidas hoy en día, son el no castigo, no coerción, dejar de lado la autoridad superficial, incluir el entusiasmo en la labor titánica de muchos maestros/as.

La Tabla I. Muestra en forma de columnas algunas opiniones de Einstein sobre educación, de Galileo, de la escuela Sumeria [15] y de los autores. Incluimos a Galileo porque notoriamente él se enfrentó a falsa autoridad, a coerción, a juicio religioso por sostener opiniones científicas, trabajó sólo muchos años, y desarrolló física espectacular en su tiempo. Y la escuela Sumeria registró escenas vívidas de escuela (con castigos y regalos de los padres a los maestros) en tablillas de arcilla justamente al inicio de la escritura y su enseñanza en escuelas hace más de 5400 años.

TABLA I. Opiniones y vivencias educativas de Einstein, Galileo, la escuela Sumeria cuando se inventa la escritura y la experiencia compartida de los autores.

Característica	Einstein	Einstein's schools	Galileo	Escuela tradicional	Escuela sumeria	Actual	Nosotros
Castigo	No	Si	No	Si	Si	No	No
Falsa autoridad	No	Si	No	Si	-	No/-	No
Mayor libertad	Si	No	Si	No	No	No	No
Joy	Si	No	Si	Si/-	-	Si/-	Si
Imaginación	Si	No	Si			Si/-	Si
Gedankenexperiments	Si	--	Si	--	--	--	Si
Conocimiento	Si	Si	Si				Si
Fundamentals	Si	Si	Si	Si	¿??	Si	Si
Disciplina	Si ¿??	Si	Si	Si	Si	Si/-	Si
Motivación	No	Si	Si				Si
Resolución de problemas	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Proyectos por equipos	--	--	No	Raro	--	Si/-	Si

Otra observación que tenemos es que no hay muchos estudiantes del tipo Einstein-rebelde, la inmensa mayoría de ellos caen en los tipos I, II, y III. Si embargo, semestre tras semestre siempre se encuentran (pocos) estudiantes del tipo I y transicionales. Quizá algunos de ellos empezaron su ascenso desde los niveles III, y II.

TAMBIEN HAY ALUMNOS SIN INTERES, DESMOTIVADOS, QUE LLENAN LAS AULAS ¿Cómo AFRONTAR ESTE RETO?

Bueno, es muy, muy difícil, a veces parece que se le estuviese hablando a una piedra, o justamente a un zombie pegado a su celular y la clase de cálculo en el pizarrón, bien gracias, y el maestro desgañitándose, o peor, ya se dio por vencido y solo repasa algo leve en el pizarrón para que termine la clase y se oiga la liberadora chicharra!. Literal, esto sucede. Sin embargo hay momentos que parecen despertar a la vida y voltean al pizarrón y algo, una fórmula, un diagrama, de física!!!, les ha despertado. Puede ser una anécdota, un brazo robótico, un carro volador del futuro inmediato, una historia de Faraday, la mención de un desarrollo tecnológico impactante, naves espaciales,

telescopios explorando exoplanetas, algo de la vida de Madam Curie. El punto es que llegan a despertar de vez en vez. El profesor puede buscar generar esos momentos de “despertar” más seguido.

Parte del trabajo creativo, de la imaginación, es diseñar lo que un día soñamos, lo que un día nuestra mente ha imaginado. Esta imaginación está en la base de todo avance científico, de todo avance tecnológico, de la aparición de, totalmente, nuevos dispositivos, maquinas, instrumentos, carros, aviones, drones, por mencionar algunos. Notemos que, en todos estos avances, la imaginación de los científicos, tecnólogos, inventores esta siempre presente. Dada la alta importancia de la imaginación, de acuerdo a Einstein y a muchos otros profesores que creemos en ella, nosotros creemos que alimentar la imaginación en los estudiantes, hacerla crecer, pulir con ejemplos claros, vistosos, operando hoy en día, recordando el pasado inmediato anterior (invención de la computadora personal y luego la laptop, el desarrollo de internet, los teléfonos celulares, el GPS, etc) y quizá con mayor énfasis los desarrollos que al día de hoy soñamos e imaginamos y deseamos ser partícipes de su desarrollo.

¿HAS CONOCIDO ALGÚN MAESTRO(A) ENTUSIASTA, QUE SE EMOCIONA AL EXPLICAR TEORÍA? Y/O EXPERIMENTOS Y SUS RESULTADOS?

En nuestra experiencia conjunta, subjetiva, nosotros creemos que sí. En diferentes escuelas, diferentes regiones del país y diferentes grados de escolaridad (desde la educación primaria). Los estudiantes que declaran, vivamente, que sí, también admiten que eso los estimuló y motivo para soñar una carrera en ciencias. Varios de ellos terminan inscribiéndose a una carrera STEM en alguna institución de educación superior del país y luego proceden con estudios de posgrado en el país o en el extranjero. Estos estudiantes no forman la mayoría, ni el 20% de los estudiantes de un curso en concreto. Pero los hay en cada generación, en cada grupo escolar. Un punto que resaltar aquí es el entusiasmo, el gusto que muestra un(a) profesor (a) en un curso de matemáticas, de física, química y/o biología y ese gusto que se le imprimió al curso se contagió a los estudiantes) y contribuyó a un mayor aprendizaje, con gusto, con anécdotas “sabrosas”. Casi sin sentir nos vemos más interesados, más comprometidos, hacemos las tareas, nos ponemos a pensar más en estos temas porque hay gusto al hacerlo. Luego, conforme nuestra comprensión va aumentando también nuestra satisfacción de entender “el tema” va progresando también y se forma una retroalimentación positiva entre ambas. Nótese que este escenario no lo viven igual todos los alumnos del grupo en cuestión. Otros estarán aburridos, otros muy estresados por factores externos a la clase, otros estarán más interesados en economía de una pequeña empresa que en un resultado matemático o en el laboratorio.

La figura 4 muestra con un diagrama de Venn las poblaciones relativas de estudiantes y su particular motivación en una clase con demostraciones teóricas o en una clase de laboratorio de física donde la participación con ideas, diseños, medición, videos, colaboración entre pares, trabajo en equipo se deba realizar.



FIGURA 4. Diagrama de Venn de las poblaciones relativas de estudiantes y su particular motivación en una clase con demostraciones teóricas o en una clase de laboratorio de física donde la participación con ideas, diseños, medición, videos, colaboración entre pares, trabajo en equipo se deba realizar.

En este ejemplo imaginado el maestro está haciendo y promoviendo las actividades como se muestran en la figura 4, Sin embargo, algunos estudiantes están desconectados y no les interesa, no les emociona. Hay otro subgrupo de estudiantes que están atentos, si quieren aprender, les cuesta trabajo seguir la clase, las argumentaciones académicas, si quieren colaborar, participar y sin embargo, se distraen, platican, hacen ruido, distraen, etc. Y luego está el grupo de los más interesados, les gusta aprender, comprenden. Pueden preguntar o no, inclusive se emocionan. Sin darse cuenta mucho, se les contagia la emoción del maestro. El docente es maestro no profeta y no todos los estudiantes aprovechan dicha clase.

IV. CONCLUSIONES

A. Einstein fue un gran autodidacta, inauguró varias áreas de física él solo, no fue un alumno muy convencional. Su habilidad matemática le fue reconocida por varios de sus profesores. La gran mayoría de estudiantes en cursos STEM que encontramos en las aulas son de los tipos I, II, T y III que hemos descrito. Si hay también algunos estudiantes rebeldes con el sistema y algunos otros que tienen aptitudes autodidactas. Los profesores, en nuestra opinión, deben ser inclusivos y tratar de cubrir las diferentes necesidades académicas de todos ellos, dentro del programa de estudio y de límites razonables, además de promover el gusto por la materia, la imaginación y un conocimiento sólido de la materia en curso. Los docentes tienen una gran labor por hacer con retos, y compiten fuertemente con diversos distractores que atrapan a los jóvenes estudiantes, sin embargo, generar emoción positiva y disfrute en los cursos, tanto para el docente como para los estudiantes, tiene un impacto positivo en aumentar el interés académico de ambas partes durante el desarrollo, enseñanza y aprendizaje de un curso STEM.

REFERENCIAS

- [1] Einstein, A., *Out of my later years*, (Random House Inc. ISBN: 978-0806503578 USA, 1996).
- [2] Schilpp, P. A., *Einstein Scientist and Philosopher* (Open Court, USA, 1970).
- [3] Einstein, A., *Autobiographical Notes* (Open Court; Centennial Edition, USA, 1999).
- [4] Calaprice, A., *The ultimate Quotable Einstein*, (Princeton University Press, USA, 2011).
- [5] *Einstein's Thought Experiments*. Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Einstein%27s_trought_experiments
Consultado el 12 de Diciembre de 20124.
- [6] Einstein, A., *The world as I see it* (Philosophical Library/open Road, USA, 2015).
- [7] French, A. P., *Einstein a centenary volume*, (Harvard Univ Press, USA, 1980).

Einstein, la Educación y su Contraste con la Enseñanza Superior Actual

- [8] Einstein, A., *Ideas and opinions*, (Crown; 3rd ed., USA, 1995).
- [9] Einstein, A., *Letters to Solovine, 1906-1955* (Philosophical Library/Open Road, USA, 2015).
- [10] Einstein, A. *La mentalidad Militar*, (Ed. Alpha Decay, España, 2004).
- [11] Einstein, A., *Historical and Cultural Perspectives*, (Princeton University Press, New Jersey, USA, 1980).
- [12] Braun, E., *Una faceta desconocida de Einstein*, (Ed. Fondo de cultura económica 2ª Ed., 1980).
- [13] Nuidelstejer, S., *A Einstein un hombre en su tiempo*, (Costa Amic Edit. 2ª ed. Mexico, 2001).
- [14] Schwartz, J, McGuinness, M., *Einstein para principiantes*, (Era Naciente ed., Argentina, 2005).
- [15] Kramer, S. N., *La historia empieza en Sumer*, (Ediciones Orbis, S.A., España, 1985).