

ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN INSTRUMENTO DE INDAGACIÓN UTILIZADO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.

Carlos E. Troncoso
Elaine G. Daniele

Programa de investigación AEF - Dpto. de Física - Fac. Ingeniería - Universidad Nacional del Comahue - Consejo Provincial de Educación de Neuquen.
Domicilio: C. H. Rodríguez 1491 – Neuquen (CP 8300) Argentina
Te: 054-0299-4427621, 054-0299-4480308
Cetron@uncoma.edu.ar, ufo@calfnet.com.ar, elaine@calfnet.com.ar

INTRODUCCIÓN

En el plan de estudios de las diferentes orientaciones de la carrera de Ingeniería se encuentra el área de ciencias básicas. El mismo está formado principalmente por las asignaturas Física, Química y Matemáticas. Estas asignaturas le permiten al estudiante adquirir una cierta cantidad de conceptos y estrategias de aplicación a la resolución de situaciones problemáticas reales, a problemas preparados para la práctica formativa o actualmente a situaciones virtuales.

En las asignaturas de física el joven empieza su formación mediante la conceptualización de cuestiones que le resultan medianamente conocidas, pero al llegar a la última de las cuatro físicas la situación cambia totalmente y prácticamente todo le resulta nuevo. Incluso el contexto de descubrimiento de estos temas es singularmente distinto y también la metodología de clase. En virtud de lo expuesto surge naturalmente la siguiente pregunta: ¿cómo conceptualizan estos temas los alumnos que promocionan la asignatura sin necesidad de examen anual debido a su excelente desempeño?. También es interesante conocer que ocurre en la estructura cognitiva de los estudiantes cuando ha pasado un año, dos o han egresado. En este periodo de la carrera se han incorporado nuevos saberes, ha transcurrido cierto tiempo y en muchos casos no se retomaron más los conceptos de Física Cuántica.

El propósito de la investigación es conocer por medio de la utilización de un instrumento diseñado para tal fin como evolucionan en la estructura cognitiva de los estudiantes los conceptos de Mecánica Cuántica que se desarrolla en la asignatura Física IV.

De forma semejante y con un fin meramente ilustrativo pero, a nuestro juicio sumamente interesantes, se incluirán los resultados de la aplicación de este instrumento a Ingenieros egresados recientemente y a otros que tienen algunos años en la profesión y a docentes del nivel medio con especialidad en física y otras ciencias naturales.

Por último, las conclusiones se infieren desde la perspectiva de la construcción significativa de conceptos con aplicación a situaciones reales. También cabe preguntarse que recomendaciones se pueden hacer para que estos conceptos se incorporen a la estructura cognitiva del futuro ingeniero en forma más perdurable.

METODOLOGIA

Para la obtención de los datos se utiliza un instrumento diseñado¹ por uno de los integrantes del grupo como parte de su tesis de postgrado. El mismo es una indagación tipo encuesta que tiene diferentes tópicos a analizar: 1) Trata conceptos desde lo disciplinar, indagando desde simples recuerdos de ecuaciones hasta conceptos fundamentales de la teoría. 2) Permite hacer una metaobservación de contexto en que se realizó el proceso de enseñanza – aprendizaje, dando cuenta de su interpretación del desempeño docente, de sí mismo como alumno y de la percepción colectiva que produce la actividad académica realizada. 3) también se puede inferir la metodología aplicada desde el análisis de los trabajos prácticos de resolución de problemas, de actividades en el laboratorio y la información teórica. 4) Posibilita la autoevaluación en cuanto al conocimiento adquirido y en la retención de información.

Instrumento de evaluación:

El test de análisis tiene un cuerpo de 45 preguntas con una escala de nivel de acuerdo que va desde 1 (poco) a 10 (mucho) en cada la proposición.

Sujetos:

La muestra tratada estaba conformada por los diferentes grupos que a continuación se detallan:

- 1) El grupo de 23 *alumnos que promocionaron* la asignatura en el primer cuatrimestre de 1999 y que realizan el test tres meses más tarde.
- 2) El grupo de 18 *alumnos que aprobaron* la asignatura en 1998.
- 3) El grupo de 14 *alumnos que aprobaron* la asignatura en 1997.
- 4) El grupo de 10 *alumnos egresados* recientemente (se considera los 2 últimos años).
- 5) El grupo de 15 *Ingenieros* con más de 5 en la profesión y entre los cuales se encuentran algunos docentes universitarios.

RESULTADOS

En las siguientes gráficas representan los resultados obtenidos al aplicar el test a los grupos detallados anteriormente. Es lícito pensar que son resultados parciales y no generalizaciones, pero las representaciones gráficas permiten apreciar tendencias, interpretar estados, valorizar la estructura conceptual y además revela en algunas categorías una singular coherencia entre los distintos grupos.

¹ Se adjunta el instrumento utilizado

Evolución conceptual

En la figura 1 se aprecia como los conceptos específicos de mayor nivel de abstracción son olvidados o de alguna forma no están disponibles para su uso. Durante la entrevista se podía observar que no se recordaban temas centrales y en algunos casos el entrevistado solicitaba que se le “nombre o liste algunos temas para elegir” y contestar alguna pregunta.

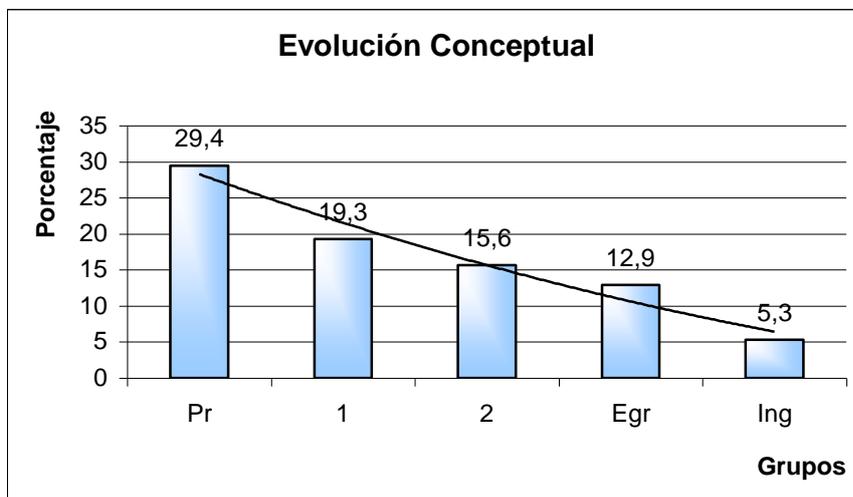


Fig. 1

Algunas reflexiones

= La pregunta 7 propone: “*Enuncie los tres temas que le parecen los más importantes de esta teoría*”.

Un gran porcentaje de personas respondió: Principio de Incertidumbre, Dualidad onda-partícula, Cuantificación de la energía, Modelo atómico de Bohr.

Otro porcentaje no pudo llegar a tres temas.

= La pregunta 9 dice: “*Últimamente se piensa que la masa del fotón en reposo es el producto entre la masa del electrón y h* ”.

Se hacía evidente que no estaban claros los temas de masa relativista por que algunas respuestas fueron: “Bueno últimamente no he leído nada de ese tema, puede ser” y finalmente, terminar acordando fuertemente con la pregunta.

= La pregunta 34 enuncia: “ *ψ representa a la partícula y la probabilidad de encontrarla*”.

Se respondió con mucho acuerdo a la proposición, que sabemos debería representar solo a la probabilidad.

= La pregunta 36 propone: “ *La NASA aplica la ecuación de Schrödinger a sondas espaciales para poder ubicarlas en el sistema solar*”.

Parece que la analogía entre el átomo y la inmensidad de sistema solar en relación a la pequeñez de la sonda hacia aplicable la ecuación de onda. Sin embargo algunos encuestados afirmaban que tendría que coincidir con los resultados Newtonianos.

= La pregunta 38 “ *¿Cree que puede escribir la ecuación de onda de Schrödinger?*”.

Esta es la pregunta que casi el 87% de las personas contestaron estar en condiciones de escribir la ecuación de onda y después de llegar a la pregunta 42, volvieron y cambiaron su elección.

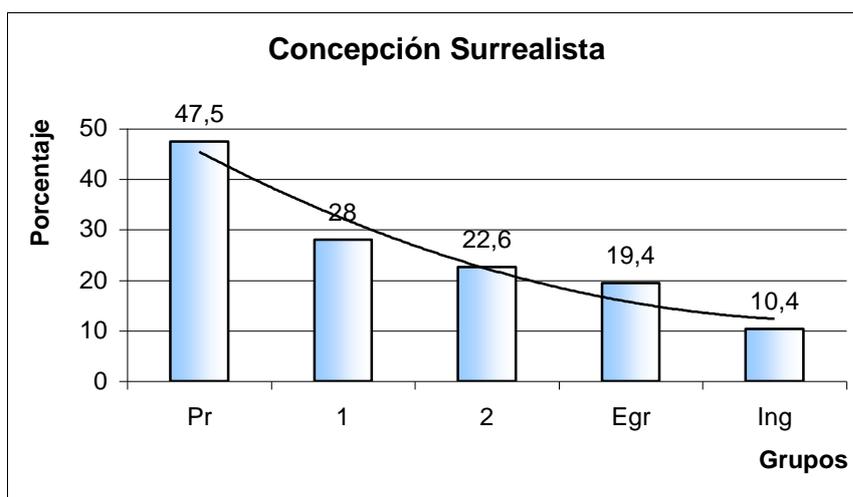
= La pregunta 42 dice, “ *En alguna pregunta respondió que podía o no escribir la ecuación de onda. Si su respuesta fue afirmativa, lo puede hacer en este espacio*”.

Nadie respondió la pregunta anterior, prácticamente parecía no existir, no ser leída o tenida en cuenta, era como si se pensara contestarla al final y después se olvidara.

Concepción Surrealista²

Esta categoría representa la percepción de los estudiantes o los que en su momento lo eran frente al nuevo campo de conocimientos que presenta la Física Cuántica. Este ámbito de conceptos teóricos de singular abstracción y con una gran confirmación empírica representa para los estudiantes hacer un enorme esfuerzo cognitivo e importante uso de recursos matemáticos de avanzado nivel. La concepción surrealista representa un canal de expresión de lo que se percibe desde la perspectiva de alumno.

Los resultados se observan en la figura 2 y se comentan a continuación.



² Se entiende por concepción surrealista el uso de elementos provistos por el mundo real en contextos inexistentes. Pensar en “cree por que si” o “todo puede ser” en el marco de una de las ciencias naturales que se ha caracterizado por su científicidad es poner elementos singulares en un ámbito no adecuado.

Fig. 2

Esta categoría de análisis y significa considerar que: “Algunos temas hay que creerlos”. “El resultado a un problema puede ser cualquiera”. “Es un “salto al vacío”. “Creer y tener fe que es así”. “Todo puede ser, no ser o ser un poco”. “Aceptar por que sí” y otros.

Cuestiones referidas a la Figura 2

Parece que existe un fuerte consenso en la forma en que el estudiante vive el proceso de enseñanza y aprendizaje en este campo sumamente fértil a distintas interpretaciones. Según se aprecia en la figura 2 la coherencia y permanencia de la percepción de los alumnos sobre los temas tratados y el contexto didáctico en que se realizó el aprendizaje es casi constante. Solamente declina esta apreciación en los ingenieros de más de cinco años de ejercicio de la profesión. Es posible que las causas sean la distancia temporal, la enseñanza de los temas a cargo de ingenieros y no físicos, el contexto de aprendizaje de ese momento y la vivencia actual entre otros.

Las preguntas que tuvieron un consenso muy importante y que además no necesitan casi comentarios especiales son:

- = Pregunta 1 *“Algunos temas de Física Cuántica “hay que creerlos”.”*
- = Pregunta 2 *“El resultado a un problema de Física Cuántica puede ser cualquiera”.*
- = Pregunta 5 *“Al estudiar Física Cuántica se tiene la sensación de que se da un “salto al vacío”.”*
- = Pregunta 13 *“La función de onda, el principio de incertidumbre y la ecuación de onda son los conceptos que hacen que a esta teoría se la tenga que “creer y tener fe que es así”.”*
- = Pregunta 14 *“En Física Cuántica no hay nada seguro “todo puede ser, no ser o ser un poco”.”*
- = Pregunta 15 *“Cuando se acepta que es así “por que si”, el mundo microscópico se comienza a entender mejor”.*
- = Pregunta 20 *“Sería interesante saber si Schrödinger creía lo que hacía”.*

Aspectos Metodológicos

El instrumento usado para realizar la indagación es sensible y contempla un buen espectro de posibilidades para que el encuestado manifieste distintos aspectos metodológicos. Según se puede ver en la figura 3.

Esta representación es constante en casi todos los grupos y no presentaba dudas o conflictos de decisión frente a las preguntas. Las personas indagadas podían expresar y reflexionar sobre las experiencias vividas en el aula cuando se presentaban los temas teóricos, recordar los problemas de la práctica y las experiencias de laboratorio, tener la percepción de cuerpos conceptuales no demasiado vinculados y de demostraciones posibles pero no realizadas. Todas estas cuestiones demandaban al estudiante un gasto cognitivo importante. Esta debe ser una de las razones por la cual estos temas metodológicos salían a la superficie y no se habían olvidados con el paso del tiempo.

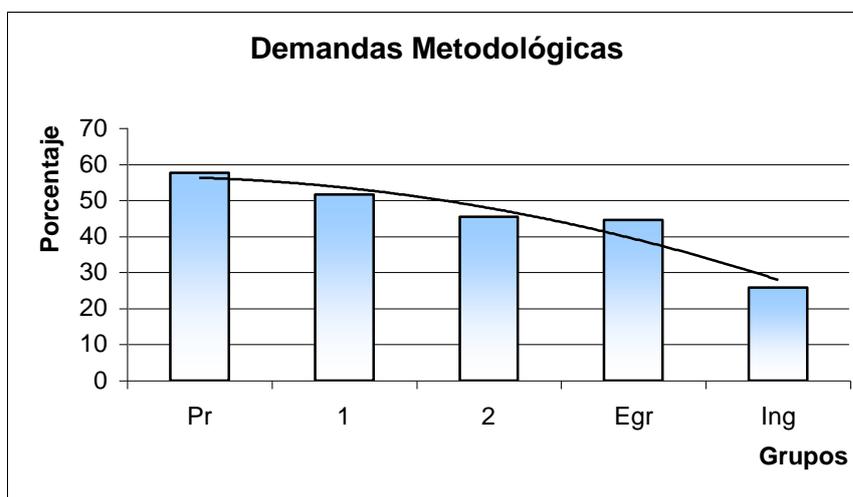


Fig. 3

Las demandas metodológicas son las necesidades que el alumno aprecia como ausentes el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura. Es decir articulación temática, prácticas de problemas y laboratorio acorde a las necesidades de la asignatura, desarrollo teórico con características constructivista y que represente un aprendizaje significativo.

Algunas reflexiones

Las siguientes citas representan a las preguntas utilizadas en la indagación y de las que se harán algunas reflexiones:

= Pregunta 4 “*Los temas de Física Cuántica no tienen la articulación que tenían en Física Clásica*”.

Este punto fue casi unánimemente entre las personas indagadas y en su gran mayoría expresaban que esa era una de las dificultades y problema que tenían en el momento de

integrar la asignatura. Además la desarticulación favorece o propicia las condiciones de olvido.

- = Pregunta 16 *“Las practicas de laboratorio son como ir al cine “pasan una especie de película”, nada se puede hacer, todo se desajusta y el docente cuenta lo que deberíamos ver”.*

Los estudiantes de las físicas anteriores interactúan con los equipos y material del laboratorio y súbitamente notan que la sensibilidad es tal que no está permitido casi nada.

Encuentran carteles que dicen "no tocar", "Esto representa muchas horas de trabajo", etc.

- = Pregunta 19 *“Indique la cantidad de experimentos de Cuántica que realizó durante el cursado de la asignatura”.*

En el caso más favorable se llegó a tres experimentos donde uno era de Relatividad. Al igual que la desarticulación de temas la ausencia de experimentos de laboratorio permite restar significado empírico a los temas y disminuye la posibilidad de que los conceptos se afiancen mejor a la estructura cognitiva.

- = Pregunta 21 *“En las practicas de problemas hay demasiada descripción de dispositivos que ayudan a confundir más”.*

- = Pregunta 22 *“Física Cuántica es Matemática con descripciones de aparatos o instrumento tecnológicos”.*

Las preguntas 21 y 22 indican que confunden los problemas en los que a veces simplemente se aplica una ecuación matemática pero el contexto descriptivo es exuberante.

- = Pregunta 25 *“Es mejor menos temas y más profundidad”.*
- = Pregunta 32 *“A veces parece que el profesor de la asignatura tenía dudas y no dominaba la situación como en física I”.*
- = Pregunta 37 *“Cuando el profesor tenía que hacer grandes demostraciones, nos indicaba que se la podía encontrar en algún texto”.*

Las preguntas 25, 32 y 37 manifiestan poco tiempo para la maduración de temas tan teóricos. La imagen del profesor no es del todo la esperada por el alumno o la representación que se había formado en las asignaturas de física cursadas anteriormente. También es cierto que hay temas que la demostración se hace casi inalcanzable para un alumno e incluso para los ayudantes.

Percepción Colectiva

Se denomina así a la forma particular de resignificar un contexto de aprendizaje. En toda acción de enseñar y aprender existe además de la comunicación explícita un conjunto de acciones simbólicas, formas de ver ciertos eventos y un clima perceptivo propio de ese espacio-tiempo, todo esto constituye una forma de comunicación implícita pero real.

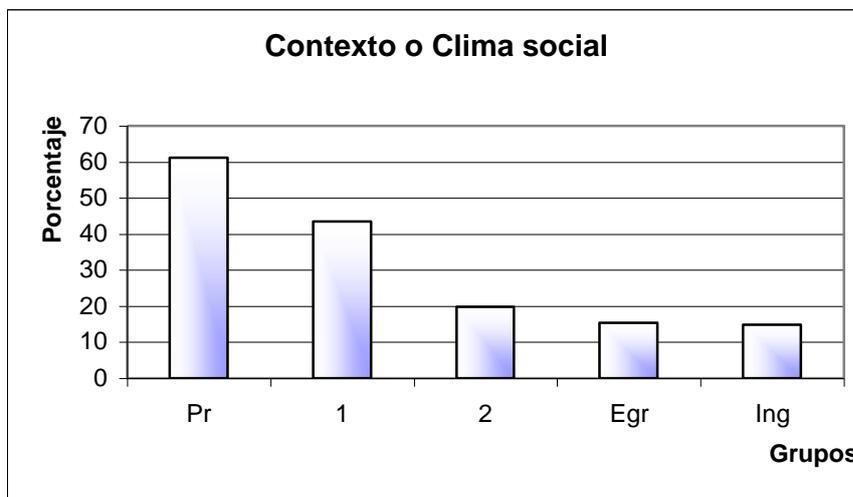


Fig. 4

El clima social en torno al aprendizaje de este conjunto de temas y al contexto en que este se desarrolla. Esta categoría tiene las siguientes características: *“percibir que la asignatura esta fuera de contexto en la carrera”, “debería ser optativa”, “no se entiende y se olvida fácilmente”, “representa una barrera infranqueable”, “exige un esfuerzo que no tiene sentido”* y otros.

Algunas reflexiones

Las preguntas que forman esta categoría de análisis son las que se listan mas abajo y se aprecia en la figura como la sensación de clima adverso disminuye con el tiempo hasta llegar a un estado casi anecdótico en los ingenieros de varios años de profesión. También se ve que en los cursados recientes una sensibilidad llegando máximo valor. Las preguntas de esta categoría se listan a continuación:

- = *Pregunta 7 Estudiantes avanzados en la carrera de ingeniería dicen que no tiene sentido esta asignatura en el programa.*
- = *Pregunta 8 Hay estudiantes que aseguran que no tienen que saber ecuaciones diferenciales para saber Mecánica Cuántica.*
- = *Pregunta 17 Algunos estudiantes aseguran que los temas de Cuántica se olvidan fácilmente*
- = *Pregunta 24 Al principio tenia la sensación de que era una barrera infranqueable.*
- = *Pregunta 26 Aunque tuviese tiempo no la cursaría de nuevo.*
- = *Pregunta 27 Debería ser una materia optativa.*
- = *Pregunta 28 Sin Física Cuántica se puede ser ingeniero electrónico.*
- = *Pregunta 29 Aun no sé si sirve el esfuerzo de cursarla y aprobarla.*

- = *Pregunta 30 Fue la asignatura de la carrera que menos entendí.*
- = *Pregunta 31 Después de esa materia entendí la diferencia entre ingeniero y físico.*
- = *Pregunta 33 Varias veces pensé en que abandonaría la carrera por Física Cuántica.*
- = *Pregunta 40 Cree que los actuales alumnos de la carrera saben más Mecánica Cuántica que usted.*

Al analizar los datos se observa una baja importante en la columna correspondiente a alumnos que hace dos años cursaron la asignatura y es probablemente que casi todos la hayan aprobado. Esta baja posiblemente responde a la desvinculación directa entre los alumnos y la asignatura en cuestión, lo que mejora el clima de percepción colectiva.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Haciendo una síntesis del análisis de los datos se puede decir que los temas de Física Cuántica son olvidados rápidamente y, en poco tiempo se está en un estado conceptual semejante al del comienzo con algunas diferencias que no son representativas de la energía cognitiva puesta en juego para su adquisición.

En torno al proceso de enseñanza–aprendizaje existe lo que en este trabajo se denominó Concepción Surrealista. Esto significa tener una apreciación de este cuerpo conceptual semejante a algo casi “mágico” al que hay que creer y aceptar “por que sí”. Parece casi una ironía o un despropósito que estos conceptos que tienen un valor científico admirable y representan un logro importante en la historia del hombre sean apreciados de esta forma por quienes los están aprendiendo.

De igual forma, la demanda de los alumnos en torno a los aspectos metodológicos parece centrarse en la presentación de temas casi aislados, tipo islotes de conceptos, en la complejidad por exceso de términos tecnológicos en los problemas de aula, en la escasez de práctica de laboratorio y en las dificultades para poder hacer demostraciones amplias que permitan una integración de temas.

Igualmente importante es el clima de trabajo académico que hemos denominado “percepción colectiva” y es la representación del contexto de aprendizaje que se forman los alumnos y conforma el clima de trabajo. En esta categoría de análisis cuentan múltiples factores y es compleja su caracterización, entre otros, la temática tratada, el grupo de cátedra y de alumnos, los materiales utilizados, la interacción entre alumnos, la relación con el docente, la opinión de los alumnos de otras promociones, etc.

BIBLIOGRAFIA

- Claxton, Guy (1991) Educar mentes curiosas. El reto de la ciencia en la escuela. Aprendizaje Visor. Madrid
- Eisberg-Resnick (1978) Física Cuántica. Limus. México
- El Ateneo. Buenos Aires
- Litwin, E. (1997) Enseñanza e Innovaciones en las Aulas para el Nuevo Siglo. Aires
- Furió Mas, C. (1995) “¿Por qué la teoría es importante para la práctica en la educación científica” Revista Aula de innovación educativa N°4-5 pp5-9
- Litwin, E. (1997) Las configuraciones didácticas. Paidós Educador Buenos Aires
- Lorenzano, J. (1998) La estructura del conocimiento científico Zavalía Editor. Buenos Aires
- Pozo, Juan I. Y otros. (1997) La solución de problemas. Santillana.
- Pozo, Juan y Gómez Crespo, Angel (1998) Aprender y enseñar ciencia. Morata. Madrid
- Rinaudo, M. C., Donolo D., (1999) Casandra y la Educación. La universidad como contexto de aprendizaje. U N R C
- Rinaudo, M. C., Squillari. (1998) El Aprendizaje en las Aulas Universitarias. U N R C
- Rodrigo, Rodríguez y Marrero (1993) Las teorías implícitas. Una aproximación al conocimiento cotidiano. Aprendizaje Visor . Madrid

Responder las preguntas de forma natural y sin utilizar demasiado tiempo.
 Si usted acuerda fuertemente con la proposición enunciada debe indicar con un numero grande (Ej.:10)
 en cambio si esta en desacuerdo debe indicarlo con un numero pequeño (Ej.:1).

	Poco acuerdo	Mucho acuerdo
1. Algunos temas de Física Cuántica “hay que creerlos”	1	2 3 4 5 6 7 8 9 10
2. El resultado a un problema de Física Cuántica puede ser cualquiera.-----	1	2 3 4 5 6 7 8 9 10
3. Cuanto más precisos sean los instrumentos que usen los científicos mejor podremos ver al electrón y otras partículas más pequeñas.-----	1	2 3 4 5 6 7 8 9 10
4. Los temas de Física Cuántica no tienen la articulación que tenían en Física Clásica.-----	1	2 3 4 5 6 7 8 9 10
5. Al estudiar Física Cuántica se tiene la sensación de que se da un “salto al vacío”.-----	1	2 3 4 5 6 7 8 9 10
6. Estudiantes avanzados en la carrera de ingeniería dicen que no tiene sentido esta asignatura en el programa.	1	2 3 4 5 6 7 8 9 10
7. Enuncie los tres temas que a usted le parecen los más importantes .		
8. Hay estudiantes que aseguran que no tienen que saber ecuaciones diferenciales para saber Mecánica Cuántica.-----	1	2 3 4 5 6 7 8 9 10
9. Últimamente se piensa que la masa del fotón en reposo es el producto entre la masa del electrón y h.-----	1	2 3 4 5 6 7 8 9 10
10. El efecto fotoeléctrico y el efecto Compton describen a un fotón chocando a un electrón, por lo tanto, son la misma cuestión en experimentos distintos y se llaman así en honor a los científicos que los explicaron.-----	1	2 3 4 5 6 7 8 9 10
11. Dos estudiantes plantean que es más racional el modelo atómico de Rutherford que el de Bohr.-----	1	2 3 4 5 6 7 8 9 10
12. Ψ o la función de onda representa la posición del átomo en el contexto microscópico.-----	1	2 3 4 5 6 7 8 9 10
13. La función de onda, el principio de incertidumbre y la ecuación de onda son los conceptos que hacen que a esta teoría se la tenga que “creer y tener fe que es así”.-----	1	2 3 4 5 6 7 8 9 10
14. En Física Cuántica no hay nada seguro “todo puede ser, no ser o ser un poco”.-----	1	2 3 4 5 6 7 8 9 10
15. Cuando se acepta que es así, “por que si”, el mundo microscópico se comienza a entender mejor.-----	1	2 3 4 5 6 7 8 9 10
16. Las practicas de laboratorio son como ir al cine “pasan una especie de película”, nada se puede hacer, todo se desajusta y el docente cuenta lo que deberíamos ver.-----	1	2 3 4 5 6 7 8 9 10
17. Algunos estudiantes aseguran que los temas de Cuántica se olvidan fácilmente.-----	1	2 3 4 5 6 7 8 9 10
18. Se entiende muy bien la ecuación de Schrödinger y se la puede escribir fácilmente como las leyes de Newton.-----	1	2 3 4 5 6 7 8 9 10
19. Indique la cantidad de experimentos de Cuántica que realizo durante el cursado de la asignatura.		

20. Seria interesante saber si Schrödinger creía lo que hacía como científico.-----	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21. En las practicas de problemas hay demasiada descripción de dispositivos que ayudan a confundir más.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22. Física Cuántica es Matemática con descripciones de aparatos o instrumento tecnológicos.-----	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
23. Nunca resolví la ecuación de onda para el átomo de Hidrogeno.-----	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
24. Al principio tenia la sensación de que Física Cuantica era una barrera infranqueable. -----	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25. Es mejor menos temas y más profundidad.-----	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
26. Aunque tuviese tiempo no la cursaría de nuevo. -----	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
27. Debería ser una materia optativa.-----	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
28. Sin Física Cuántica se puede ser ingeniero electrónico.--	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
29. Aun no sé, si sirve el esfuerzo de cursarla y aprobarla.--	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
30. Fue la asignatura de la carrera que menos entendí.-----	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
31. Después de esa materia entendí la diferencia entre ingeniero y físico.-----	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
32. A veces parece que el profesor de la asignatura tenia dudas y no controlaba la situación como en física I.-----	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
33. Varias veces pensé en que abandonaría la carrera por Física Cuántica.-----	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
34. Ψ representa a la partícula y la probabilidad de encontrarla.-----	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
35. Para hacer tecnología de punta hay que saber Física Cuántica.-----	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
36. La Nasa aplica la ecuación de Schrödinger a sondas espaciales para poder ubicarlas en el sistema solar. -----	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
37. Cuando el profesor tenia que hacer grandes demostraciones, nos indicaba que se la podía encontrar en algún texto.-----	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
38. ¿Cree que puede escribir la ecuación de onda de Schrödinger?.-----	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
39. Cree que los actuales alumnos de la carrera saben más Mecánica Cuántica que usted. -----	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
40. No recuerdo que trataba la llamada “teoría de Bandas”.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
41. En electrónica dicen que no se puede entender un circuito con solo un diodo, si no se sabe semiconductores.-----	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
42. En alguna pregunta respondió que podía o no escribir la ecuación de onda. Si su respuesta fue afirmativa, lo puede hacer en este espacio.-----										
43. Tiene algún significado pensar que para hacer funcionar dispositivos con semiconductores hay que saber conceptos de Cuántica.-----	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
44. Se supone que hay mucha relación entre los orbitales híbridos SP tratados en química y los resultados de la función de onda.-----	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10