

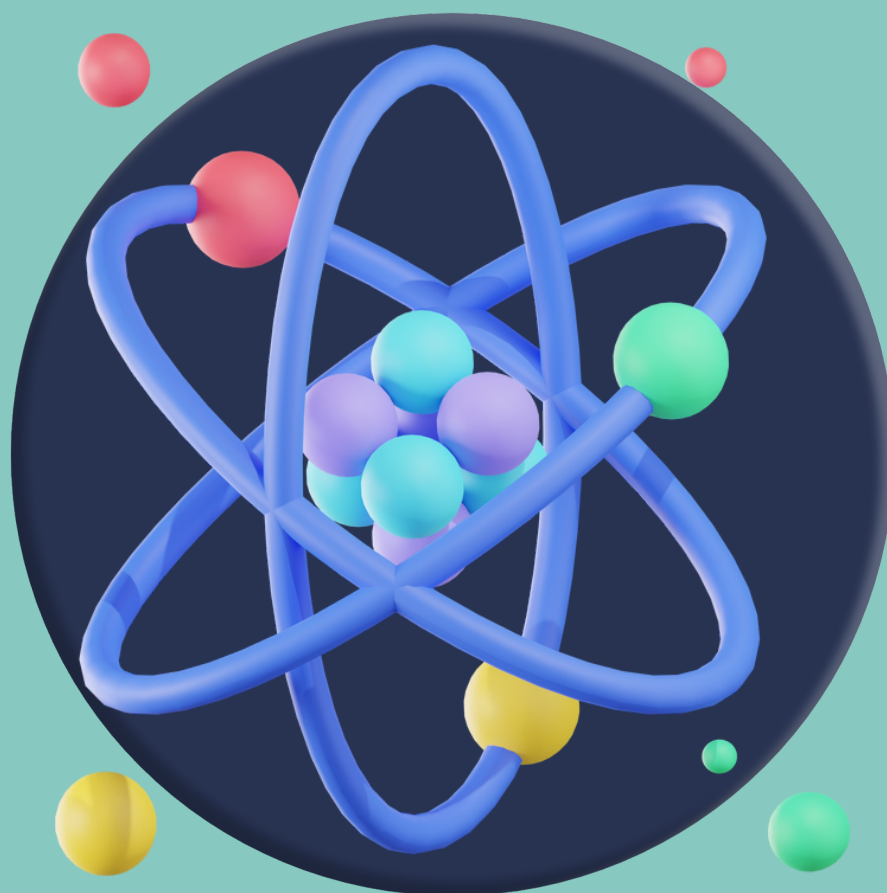
---

# CHARLAS DE FÍSICA EDUCATIVA VOLUMEN III

---

Consolidación del Campo Disciplinar de Física Educativa

---



---

Coordinador. Mario Humberto Ramírez Díaz

---

ISBN-13: 979-13-990322-4-6

---

@ Los autores de las colaboraciones son responsables de los contenidos expresados en los mismos.

@ ISBN-13: 979-13-990322-4-6

@ Servicios Académicos Intercontinentales S.L.

@ eumed.net

@ Septiembre 2025.

# **Charlas de Física Educativa Volumen III**

## **Consolidación del Campo Disciplinar de Física Educativa**

Coordinador  
Mario Humberto Ramírez Díaz

### **Autores**

Silvia Guadalupe Maffey García (Instituto Politécnico Nacional)  
Diego Fernando Becerra Rodríguez (Universidad de La Sabana)  
Carlos Israel Aguirre Vélez (Instituto Politécnico Nacional)  
Luís Cuauhtémoc Gil Cisneros (Instituto Politécnico Nacional)  
José Luis Santana Fajardo (Universidad de Guadalajara)  
Ricardo García Salcedo (Instituto Politécnico Nacional)

Todos los autores son egresados y/o profesores del Programa de Posgrado en Física Educativa del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Legaria del Instituto Politécnico Nacional de México.

## Contenido

|                                                                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Introducción .....                                                                                                                           | 3   |
| 1. Diseño didáctico para el aprendizaje de la física .....                                                                                   | 4   |
| 2. Estudio de las energías renovables como en la formación profesores. ....                                                                  | 31  |
| 3. Actividades experimentales con materiales de bajo costo .....                                                                             | 48  |
| 4. Crear futuro a través del posgrado. ¿El científico también puede o debe de participar en la toma de decisiones de política pública? ..... | 67  |
| 5. Maestría en ciencias en Física Educativa de la Universidad de Guadalajara: el proceso de diseño curricular .....                          | 89  |
| 6. Recomendaciones para la elaboración de propuestas de investigación en Física Educativa .....                                              | 144 |

## Introducción

El objetivo de la iniciativa Charlas de Física Educativa ha sido siempre la difusión de trabajos e investigaciones que realizan miembros de la comunidad de físicos educativos, particularmente en América Latina, los cuales a su vez son en su inmensa mayoría profesores de física en todos los niveles educativos (desde preescolar hasta posgrado) además de estudiantes y egresados del propio posgrado en física educativa del Instituto Politécnico Nacional en México, por lo que pueden discutir su experiencia y comentarios de los temas de las charlas, en una primera instancia, y en un segundo momento retomar lo que consideren de utilidad para su práctica e investigaciones de lo visto en las charlas.

En todas las charlas las preguntas y comentarios han tomado como base el tema tratado en la charla. Sin embargo, los comentarios no se limitaron solamente al tema en particular, sino sus ligas con diferentes líneas de investigación en física educativa, relacionando, por ejemplo, las experiencias personales y trabajos propios de investigación de los asistentes, lo cual enriquece las charlas.

Como todo ejercicio de este tipo, las Charlas de Física Educativa han abordado temas variados, desde metodologías de aprendizaje, tecnologías aplicadas al conocimiento, filosofía e historia de la física, divulgación de la ciencia, hasta incluso política educativa. Por otro lado, el hecho de que los asistentes sean profesores de física en activo, además de en su mayoría ser estudiantes de posgrado, hacen que se tenga una gran riqueza en el intercambio de dudas e ideas del tema tratado en la charla.

Una de las mayores fortalezas de las Charlas de Física Educativa es que permiten mantener contacto de los egresados (ahora investigadores en activo) con la comunidad del posgrado, dando a conocer los trabajos que siguen llevando a cabo en el área y compartir los resultados de estas, creando comunidad.

Derivado de los primeros ciclos se han publicado ya dos volúmenes de estas Charlas de Física Educativa, “Una introducción al campo disciplinar de la Física Educativa” y “Reflexiones sobre resultados de investigación”. En este tercer volumen cerramos con un primer ciclo de la iniciativa con la “Consolidación del Campo Disciplinar de Física Educativa” donde investigadores, profesores y estudiantes en un ejercicio dialógico contribuyen a seguir construyendo dicho campo.

## 1. Diseño didáctico para el aprendizaje de la física

*Dra. Silvia Guadalupe Maffey García  
Instituto Politécnico Nacional (México)*

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Sean todos bienvenidos a esta nuestra ya quinta charla de este seminario “charlas de física educativa”. Como conocen, pues ya la dinámica es que nuestro profesor invitado da una introducción al tema y después, pues, hagamos esto, una charla, es decir, todos por favor empecemos a hacer preguntas, comentarios y en ese sentido abordemos y exploremos a nuestro invitado. Me voy a permitir presentar a la doctora Silvia Maffey García. La doctora es de casa, como todos nosotros, es egresada de la Escuela Superior de Física y Matemáticas de nuestro Instituto Politécnico Nacional, tiene la maestría en Matemática Educativa también con nosotros en CICATA Legaria y, orgullosamente, es egresada de nuestro doctorado en Física Educativa, como todos nosotros, del propio CICATA del Politécnico. Ella es profesora también del Politécnico a nivel bachillerato, pero es parte de nuestro cuerpo académico. Muchos de ustedes, si no es que todos ahorita que estoy viendo, han llevado algún curso o están llevando algún curso ahorita del posgrado con la doctora Silvia, es de nuestros más ilustres profesores. Y sin más, porque lo que importa es lo que Silvia nos tiene que exponer a comparación de lo que yo pueda estarles aquí diciendo, entonces, Silvia, te dejo la presentación. Adelante, por favor.

**Dra. Silvia Maffey García:** Muy buenos días a todos, Gracias, doctor Mario, por tu presentación. Bueno, pues aquí pensé en compartirles algo sobre el diseño didáctico para el aprendizaje de la física.

Finalmente, somos docentes y cuando nosotros damos una clase, realizamos un diseño didáctico, muchas veces es de manera empírica, porque normalmente cuando uno llega a este asunto de la docencia resulta que pocas veces se tienen estudios previos sobre cómo trabajar y vamos dando la clase como se nos ocurre, en gran parte influidos por nuestra propia experiencia cuando fuimos estudiantes, quizás tenemos algún profesor que nos marcó y más o menos tratamos de seguir el cómo hizo ese profesor las cosas, pero bueno, cuando ya se mete uno a la investigación en este campo de la física educativa, se van encontrando ciertos elementos que nos aportan el cómo poder hacer este diseño didáctico para que nuestras clases traten de ser más dinámicas, o al menos, más efectivas, entonces empecemos.

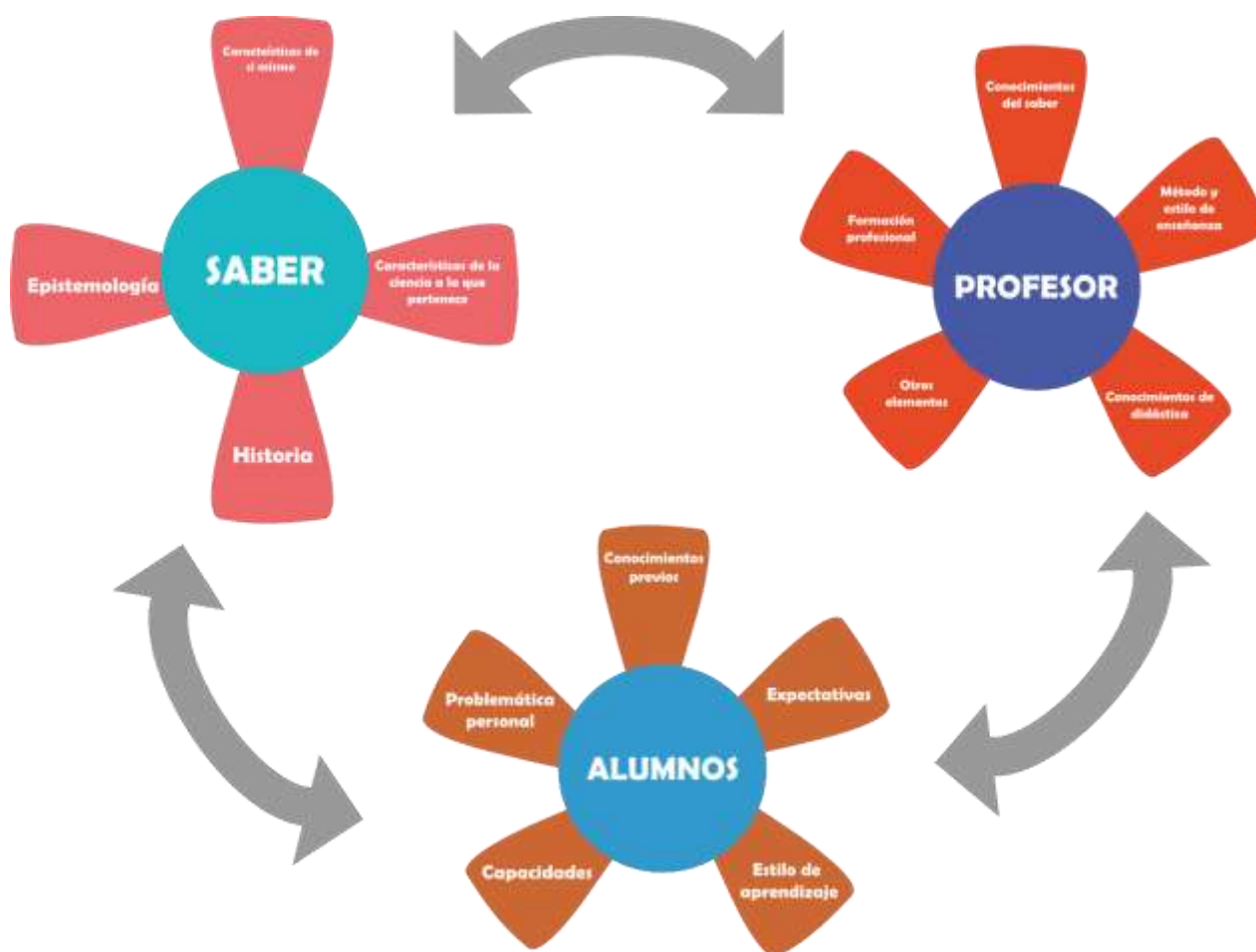
¿Qué va a ser el diseño didáctico? Aquí, desafortunadamente, la parte ésta de Zoom me tapa una parte aquí<sup>1</sup> pero ¿qué es el diseño didáctico? Es elegir una serie

---

<sup>1</sup> Refiriéndose a la diapositiva que muestra

de acciones, materiales y métodos organizados de cierta forma dándoles una estructura con la intención de lograr un aprendizaje, en concreto, eso vendría siendo. Ahora, ¿qué requerimos para realizar el diseño didáctico? Primero, tiene que haber una necesidad que va a ser atendida mediante este diseño. En segundo lugar, tenemos que estudiar todos los factores que influyen en esa necesidad educativa detectada. Elegir los elementos que tenemos o que podemos generar para satisfacer esa necesidad educativa, idóneamente, contar con los fundamentos teóricos necesarios. Y finalmente, con todos estos elementos, estructurar, estructurar una secuencia, estructurar lo que sería nuestra clase, ese sería el diseño didáctico.

Bien, ¿cómo le hacemos? Hay algo que se llama el sistema didáctico, que un señor francés, llamado Ives Chevallard, concibe como simplemente la interrelación entre tres elementos clave: el profesor, los alumnos y el saber. Visto de esta manera, está chiquito, está sencillito, ok, perfecto, es lo que tenemos siempre en un aula.



Está el profesor, están los alumnos y está el conocimiento que tenemos que trabajar, que Chevallard le llama “el saber”, pero resulta que no todos los sistemas didácticos van a ser iguales, ¿por qué? Pues porque el saber tiene consigo una epistemología, o sea, cada conocimiento en la física se generó de una manera diferente. No pasa lo mismo con algo que podemos observar como un movimiento rectilíneo, un movimiento parabólico, que algo que no vemos, pero sí percibimos como es el sonido, como es la luz; algo más profundo como cuestiones de física cuántica que ni vemos ni sentimos, pero existe. Entonces, ese saber tiene una epistemología, o sea, una generación de ese conocimiento tiene sus características propias, trae una historia y una serie de características de la propia ciencia a la que pertenece, en este caso la física.

El profesor, idóneamente, tiene un papel que desempeñar, sin embargo, trae consigo la formación profesional que lo antecede. Nosotros sabemos que nuestro sistema educativo, y quizás en otras partes del mundo sea similar, pues a veces el profesor de física es físico, pero a veces, y muchas veces, es un ingeniero, y dependiendo de la rama de la ingeniería, pues es más “*ducho*” (apto), digamos, ciertas áreas de la física que, en otras, entonces, eso le da ciertos conocimientos sobre el saber a impartir, tiene su propio método y estilo de enseñanza y tiene más o menos conocimientos acerca de la didáctica.

Los alumnos, pues nos llegan con ciertas expectativas. Hay quienes desean aprender física, hay quienes no desean aprender física y están en la escuela porque los mandó su mamá, están en la escuela porque sí tienen a lo mejor una aspiración profesional, pero pensemos en un estudiante de secundaria, en un estudiante de nivel bachillerato que quiere ser músico, por ejemplo, de entrada, no considera que la física le sea útil. Y para él, ese estudio es parte de lo que tiene que hacer para lograr su objetivo final, que lo ve lejano de lo que está haciendo, imagínense un estudiante que quiere ser literato. No es la misma situación del estudiante que quiere ser ingeniero, que quiere ser físico, que quiere ser matemático. También llegan con una serie de conocimientos previos de los niveles educativos anteriores o incluso del saber popular, llegan con una problemática personal. Hay veces que tenemos en el aula estudiantes que llegan bien comidos y que tienen una familia estructurada y llegaron cómodamente, pero también tenemos estudiantes que vienen de un hogar conflictivo, podemos tener estudiantes que llegaron sin comer, yo qué sé. Cada uno, por su naturaleza humana, tiene un propio estilo de aprendizaje y tiene una serie de capacidades, entonces, si vamos a ver el sistema ya resulta con variables adicionales a las que tenemos, y si no las tomamos en cuenta, pues nuestro diseño didáctico no va a ser el adecuado. Y este sistema didáctico, además, eso que tenemos en el aula, está relacionado con otra serie de cosas como las que muestro aquí.



Tiene la normatividad de la institución educativa en la que estamos trabajando. Esa institución educativa tiene ciertas instalaciones y recursos. Escuelas que tienen mucho de esto y escuelas que están en situaciones muy difíciles, muy apremiantes, y esto nos da también la institución, un mapa curricular donde está inserta la asignatura de física que tiene un programa de estudios. Por otro lado, existen métodos y teorías educativas que deberían incorporarse a este sistema didáctico y hay una serie de materiales que pueden ser desde los libros de texto, que a lo mejor el profesor desea usarlos, a lo mejor no desea usarlos, a lo mejor la escuela les impone usar un libro de texto; recursos tecnológicos que pueden existir o no existir; materiales audiovisuales, etcétera. Entonces, el análisis de todo esto es lo que nos va a llevar a tener un buen diseño didáctico.

Muchas veces sucede con profesores que tienen muchísima experiencia, muchos años, que dicen: "Caramba, yo llevo 30 años dando mi clase de esta forma, pero estos chamacos de ahora no entienden", quizás su diseño fue muy bueno hace 30 años, pero para los chamacos del hoy, con las expectativas de hoy, con las necesidades de hoy, pues ya no es el adecuado. A lo mejor nos encontramos por ahí en un artículo la secuencia didáctica que diseñó X investigador, la probó, resultó excelente, pero nosotros como profesores no la podemos implementar, porque va totalmente ajena a nuestro estilo, a nuestra personalidad o porque requiere materiales que nuestra escuela no tiene, entonces, finalmente, la integración de todo esto es lo que nos va a llevar a tener un buen diseño didáctico. Yo aquí pensaba, y por eso está esta, presentarles algunos programas de estudio que fui

recabando, pero creo que sería un poquito “latosito”, mejor me brinco esta parte. Y vámonos a los métodos didácticos. Hay muchos, hay muchos. Aquí tengo algunos y justamente anoche, cuando ya me disponía a dormir, me vino a la mente: “¡Chin! Me faltó este y este”. La lista que yo presento aquí está muy lejos de ser exhaustiva. Tengo aquí los más conocidos: el aprendizaje basado en problemas, aprendizaje apoyado en el computador, sistema 4MAT, el Blended Learning, desarrollo de capacidades metacognitivas por tutoriales, el modelo STEAM, el aprendizaje activo, que tiene una variante que es la disertación de demostración activa. Por aquí se me escondieron algunos. Está el método de la 5E, en fin. ¿Cuál es el bueno? No se los puedo decir. El bueno va a ser aquel que satisfaga la necesidad que detectamos y es acorde a lo que tiene la escuela, es acorde a las necesidades de nuestro estudiante, es acorde a nuestras necesidades de profesores, al material con el que contamos.

Y bueno, aquí les desgloso algunos pocos. El método de aprendizaje activo de la física finalmente es un ciclo que consta de cuatro elementos primordiales y por eso es el Ciclo PODS: predicción, observación, demostración y síntesis. La idea es que le vamos a presentar un fenómeno al estudiante. Le pedimos que haga una predicción sobre qué cree que va a ocurrir si hacemos tal o cual cosa con el sistema que le estamos mostrando. Predice, se realiza una observación, o sea, se pone en marcha lo que se está planteando ahí. Luego tenemos que hacer la demostración, o realmente aquí muchas veces es discutir, discutir lo que se observó, discutir la demostración dada para sacar conclusiones y establecer una síntesis. Este tiene una variante en donde el instructor describe la demostración, los estudiantes anotan su predicción en una hoja. Es importante que la anoten para que después no la cambien. Discuten en equipo, discuten en grupos pequeños. Posteriormente, escriben una predicción ya del pequeño equipo, se realiza la demostración, se llena una hoja de resultados, se discute grupalmente, se llega a conclusiones y se proponen en situaciones análogas. Resulta muy efectivo cuando tiene una posibilidad de hacer la demostración o se encuentra uno por ahí un video que muestra el fenómeno que queremos trabajar.

Otro, es el proceso de investigación dirigida. En este caso se trata precisamente de que los alumnos investiguen y los vamos dirigiendo en esta tarea. Tenemos que plantearles unas situaciones problémicas. Los alumnos que trabajan en equipo van a estudiar cualitativamente la situación planteada, o sea, en principio no se trata de que tomen mediciones y hagan cálculos, sino que estudien precisamente cualitativamente lo que tenemos. Después los alumnos deberán realizar una investigación documental, pero aquí es importante que el profesor dirija esta investigación para cuidar que no se vayan a encontrar, no sé, sitios web con información no precisa, no correcta. Puede realizarse alguna experimentación. Y finalmente, se obtienen conclusiones grupales y se formaliza el conocimiento.

Tenemos el aprendizaje basado en problemas, muy popular el nombre, nada más que aquí en muchas ocasiones los profesores caemos en pensar en que el aprendizaje basado en problemas es la resolución de los problemas del libro de texto, no, no se trata de eso. Se trata de problemas poco estructurados que dejen pie a la creatividad, a que los alumnos tengan que investigar y proponer, más que nada, fomentar la creatividad para proponer soluciones, para proponer variantes. Esto conduce a mayor integración y a una exploración más amplia.

Tenemos el modelo STEAM, que se trata en realidad de realizar proyectos, pero el chiste, a diferencia de los otros, es que incorporen las cuatro (en realidad, cinco) disciplinas que le dan nombre al modelo: Science, Technology, Engineering, Art y Mathematics. No es sencillo muchas veces esta integración. En mi experiencia personal, no es tan simple manejarlo para un conocimiento específico de la física. Es mejor manejarlo, a lo mejor como un proyecto para periodo, para todo el curso, y se pueden lograr cosas interesantes. Algo importante aquí es que los alumnos tienen que trabajar en equipo y de forma colaborativa.

El sistema 4MAT, del que no les voy a hablar mucho porque el experto aquí es el doctor Mario, pero este considera justamente que los alumnos tienen estilos de aprendizaje, estilos de aprendizaje distintos y que muchas veces estos alumnos están mezclados en el mismo grupo, tenemos diferentes estilos de aprendizaje y este sistema busca, a través de un ciclo de ocho pasos, integrar a todos esos estilos de aprendizaje en donde cada tarea a realizar, cada acción, busca explotar las características relevantes de cada estilo, de tal manera que en cada uno de estos pasos hay un estudiante que sea muy bueno en alguno de estos pasos, y en los que no es tan bueno, tenga la colaboración de otros y sabiendo que destaque en algunos, no se siente mal porque en otros no, porque le pasa el mismo fenómeno a otros compañeros, a lo mejor en acciones diferentes.

Tenemos el modelo indagatorio e instruccional de la 5E. Considera que la secuencia debe realizarse mediante un primer paso que enganche al estudiante, necesitamos ahí algo muy interesante, muy ameno, muy llamativo para enganchar al estudiante lo que queremos realizar con él. Después, hay que hacer una exploración acerca del conocimiento que estamos trabajando. Aquí<sup>2</sup>, el profesor toma un papel activo en la tercera etapa, que es donde explica. Y a partir de ello, hay que hacer una elaboración donde el alumno consolide esta situación. En esta elaboración se le viene mucho el cuestionamiento: “Bueno, y si las cosas fueran diferentes por aquí, fueran diferentes por allá, ¿qué pasaría?” Y finalmente, hay que hacer una evaluación de la estrategia, no del alumno, de la estrategia.

Y estos son los que quise resaltar porque me parecen los más usuales, más bien, los más enfocados a la física, pero les traigo un plus, que no es para la física. Fue concebido precisamente en el ámbito de la Matemática Educativa, es la Teoría de

---

<sup>2</sup> Señala “explicación” en la diapositiva a la vista

Situaciones Didácticas de Guy Brousseau, pero yo en lo personal la he explorado para trabajar conocimientos de física y me ha resultado muy bueno.

Aquí la idea es considerar cuatro situaciones que van en forma secuencial. La primera es una situación de acción, donde le presentamos una situación al estudiante y tenga que realizar alguna tarea, desde una observación, una indagación, puede ser en una situación en tanto experimental, que meta mano, de tal manera que vaya encontrando relaciones entre lo que le estamos presentando, y a partir de ello, pasamos a la situación de formulación, donde el estudiante deberá ir dando una explicación a las situaciones que fue encontrando en la parte de la acción. Después, pasamos a la situación de validación. Esta validación puede ser cotejando resultados con los compañeros, puede ser explorando en algún texto, puede ser indagando en diferentes lugares, lo menos deseable es que la validación la demos como profesores, pero puede hacerse. Y finalmente, se llega a la situación de institucionalización, donde ya se enuncia la teoría, el principio físico, donde se establece el modelo matemático, etcétera. En fin, pero ante todos estos son elementos en el cual ustedes me podrían preguntar: “¿Y cuál es el idóneo?” No hay un idóneo, depende de todo lo que tenemos en el sistema didáctico particular en que estemos trabajando. Y bueno, como introducción a lo que podamos charlar, pues aquí lo dejo y quedo a sus órdenes.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Muchas, muchas gracias, Silvia. Pues sé que el tema da para, no para 15 minutos, sino para 15 días seguidos hablando. Tan es así que recuerdo compañeros, que una de las líneas de generación de conocimiento del programa es precisamente “didáctica de la física”, entonces, con todo lo que hay ahí involucrado.

Yo tengo algunas observaciones, comentarios, pero empecemos con los estudiantes que son los que nos tienen aquí. Adelante, Beatriz, por favor.

**Maestra Beatriz Oropeza:** Buenos días. Buenos días, Doctora Silvia, muchísimas gracias. Nos ha dado un excelente resumen de los modelos pedagógicos. Yo había escuchado y he trabajado con algunos de ellos, pero no conocía, por ejemplo, el 5E, me parece muy interesante. Y coincido completamente con usted, el sistema didáctico tiene que integrar todos estos elementos que a veces dejamos de lado nada más centrándonos en una, digamos, en la currícula de la escuela o a veces centrándonos exclusivamente en nuestros propios gustos. Y finalmente, el interés mayor es que nuestra actividad docente tenga un alto impacto en los estudiantes y no puede ser si no consideramos todos estos elementos. Le agradezco mucho. No sé si podría hacer un poquito de énfasis en el último modelo pedagógico que explicó, que se me hizo muy interesante, nada más que como lo llevó un poco rápido, ya la parte, por ejemplo, de formulación no me quedó muy clara en qué consiste.

Gracias.

**Dra. Silvia Maffey García:** Es la parte donde el estudiante formula explicaciones.

**Maestra Beatriz Oropeza:** Okey, gracias.

**Dra. Silvia Maffey García:** Te pongo un ejemplo así que se me viene a la mente ahorita. Quieres ver la ley de Ohm, entonces, le das al chamaco un multímetro para que te mida voltajes, corriente, resistencia. Le das ahí algunos elementos eléctricos para que conecte una fuente. Y entonces le dices: “A ver”, en la parte de la acción, “varíale el voltaje y mide corriente y resistencia, ahora, varíale la corriente y mide voltaje y resistencia, ahora, cambia esa resistencia por esta otra y mide las otras”, esa fue la acción.

En la formulación, “¿qué observaste? ¿Qué crece cuando otra cosa crece? ¿Qué decrece cuando la otra aumenta?” Y entonces ahí empezar a decirte: “Ah, pues siempre que esto aumenta, esto disminuye, pero estos dos aumentan a la par”. Entonces, ahí empiezas, así como que a inducir la ley de Ohm.

**Maestra Beatriz Oropeza:** Muchas gracias.

**Dra. Silvia Maffey García:** Es una relación cuantitativamente, en principio, y ya hasta que te vas a la institucionalización, ya vas a sacar tu ecuación.

**Maestra Beatriz Oropeza:** Y nada más la validación, dice que sería recomendable hacer por medio de los pares, en vez...

**Dra. Silvia Maffey García:** Pudiera ser, sí. A lo mejor si esto te lo trabajaron en equipos, ah bueno, a ver, ¿tus observaciones coinciden con las del otro equipo? A ver, ahora, ya que propones esto, vamos a probarlo de nuevo. Aquí está otra resistencia, ahora mete esta otra, en fin.

**Maestra Beatriz Oropeza:** Muchas gracias, ya me quedó muy claro. Gracias y felicidades por la charla.

**Dra. Silvia Maffey García:** Gracias, Beatriz.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Gracias, Beatriz.  
Jorge, allá en Puebla, adelante, por favor.

**Maestro Jorge Juárez:** Hola, buenos días, doctora. Interesante plática. Yo tenía una pregunta, para estudiantes de licenciatura que la carrera no está enfocada principalmente en física, ¿cuál de estos métodos es más recomendable?

**Dra. Silvia Maffey García:** Un método donde, yo me iría por acá, aquí<sup>3</sup>. Porque la idea sería trabajar un proyecto integrador, donde la física entra aquí en la ciencia y dependiendo de la carrera, a lo mejor es más tecnológica, más ingenieril, más humanística, porque en arte piense en toda la gama, o sea, puede ser literatura, puede ser pintura, puede ser música. Entonces, dependiendo en qué carrera tienes a tus muchachos, que vean la relación de esto con la ciencia y ahí captar la atención a la física.

**Maestro Jorge Juárez:** Claro. Gracias, doctora.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Gracias, Jorge. Silvia, una de las cuestiones que nos gusta hacer en estas charlas también es meter a veces un poquito de polémica y ahí le voy a ser yo de abogado del diablo. Fíjate que en alguna de las charlas que se dieron el año pasado discutíamos que, por ejemplo, matemática educativa ya empieza a tener, no sé si el término correcto sea escisiones, pero sí ramificaciones. Y yo, concretamente, recuerdo que ya se habla como una rama como tal, la estadística educativa. Y ellos incluso se ven como una rama separada ya de la matemática educativa que a su vez ellos se ven como una rama separada de la matemática. No se ven ni siquiera como una rama de la matemática, sino se ven de manera independiente, a diferencia de cómo nos vemos nosotros, sí como una rama de la física.

Pero la pregunta o el cuestionamiento va en el siguiente sentido. Tú hablabas de que precisamente algunos de estos modelos o estrategias didácticos, no nos perdamos en el nombre, a veces tienen una mejor respuesta o son más fáciles de implementar, no de manera general, sino algunos tal vez para algunos temas de mecánica, algunos para electro. ¿Tú considerarías que, así como ahora hablamos de una didáctica de la física, en realidad podríamos empezar a hablar de una didáctica de la mecánica, una didáctica del electromagnetismo o una didáctica para las diferentes ramas de la física?

Es como comentario, no lo sé. Yo no tendría respuesta, pero tú como experta, ¿qué opinas?

**Dra. Silvia Maffey García:** Yo considero que podría quedar, pero no separado, o sea, no hablar de una física educativa para la mecánica, más bien, dentro de la física educativa si tener ramas. La propia física tiene ramas. Entonces, dentro de ello, no sé, a lo mejor considerar la física educativa de los fenómenos, ¿qué diríamos? ¿Observables? No sé. La electricidad sabemos que está, pero nunca hemos visto el flujo de electrones, el flujo de cargas, no la vemos, vemos el efecto,

---

<sup>3</sup> Muestra diapositiva del modelo STEAM

pero sí vemos el movimiento. Quizás ahí hacer un poquito de... Y más bien yo lo pensaría como sublíneas. o sea, así como tenemos aquí la línea de investigación, que es la didáctica de la física, pues dentro de ellas, a lo mejor manejar sublíneas, pero no separarlo, porque finalmente las cosas se complementan y un método que te funcione en un caso, con adaptaciones correctas, te puede funcionar en otro, ¿no?

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Sí, yo lo comento porque supongo que, no ahorita, pero en algún tiempo se va a dar ese tipo de discusiones, porque en un seminario, te digo, en el que estuve hace ya dos años, ahorita con eso de la pandemia se pierde de repente el sentido, la colega que hablaba de la estadística educativa, incluso ella lo manejaba como una rama totalmente independiente de la matemática. Incluso, hacía algún comentario como de que “no tiene nada que ver la estadística con la matemática”. Y ahí había varios de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN (ESFM), que brincamos: “Oye ¿Cómo estadística a la vez sin matemáticas?”. Lo comento por lo que acabas de decir. Claro, yo entendería que el electromagnetismo difícilmente lo puedes ver si no has tenido nociones de mecánica, o al menos para ver la parte vectorial, por ejemplo ¿no?, pero podría darse que alguien dijera: “Bueno, termodinámica sí la podemos ver de manera independiente a la mecánica”, aunque por ahí tenemos el equivalente mecánico del calor, no sé, o sea, se pueden dar ese tipo de discusiones, ¿no?

**Dra. Silvia Maffey García:** Yo no creo. Finalmente, ¿qué estudia la física? Estudia el universo y todo está relacionado, ¿no?

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Sí, no quiero que se convierta en diálogo, estoy esperando también que ustedes hagan más comentarios. Pero esto de que estudia el universo, a veces también puede ser complejo. No sé si tú conociste en ESFM al doctor Yépez Mulia, que daba mecánica cuántica. Bueno, él iniciaba el curso de mecánica cuántica diciendo que la única ciencia experimental que en realidad existía era la física. Que la química no era sino mecánica cuántica aplicada, que la biología era mecánica estadística aplicada. Evidentemente, son cuestiones polémicas, ¿no?, pero sí se dan este tipo de situaciones complejas de repente. Por eso era el comentario, ¿no?

**Dra. Silvia Maffey García:** Claro.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Okey, compañeros, aquí está la doctora Silvia, por favor, preguntas, observaciones. Como pueden ver, podemos hablar de todo lo que esté alrededor de su presentación, si no, yo aquí me puedo seguir platicando con Silvia de aquí a mañana ¿eh?

**Dra. Silvia Maffey García:** Vamos a empezar aquí y vamos a acabar en, no sé, en las vacunas, yo qué sé.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Pues mira, no sería mala idea.  
Adelante, Luis, por favor.

**Maestro Luis Peralta:** Gracias, maestro. ¿Qué tal, doctora Silvia? Yo tengo una pregunta relacionada un poco con en los centros de trabajo, cuando nos piden las planeaciones y las instrumentaciones didácticas, esas cosas a mí me han generado mucho ruido, digo, ahora que estoy en el nivel de bachillerato trabajando, porque nunca lo había aplicado. Nunca lo apliqué, digo, trabajé en universidades y desde siempre era... Yo transmito lo que aprendí y si no, pues lo aprendemos. Y vamos, no me enfocaba tanto en la parte del cómo, sino en ¿qué es lo que les va a servir? a los estudiantes universitarios, pero ahora que, en el nivel medio superior, en el bachillerato, hay que estar cumpliendo con estos formatos, con estas cosas. Y a mí, tuve que darme el tour con los diferentes estilos, pero no me sigue quedando claro cómo es que, desde la parte de la física, adaptar cierta metodología para tal problema, tal tema, etcétera. Entonces, en ese sentido, maestra...

**Dra. Silvia Maffey García:** ¿En qué sistema de bachillera estás?

**Maestro Luis Peralta:** Tecnológico.

**Dra. Silvia Maffey García:** O sea, ¿estás en un CETIS, un CBTIS?

**Maestro Luis Peralta:** En un CECyTEM. Y, por ejemplo, ahorita que mencionó lo del magnetismo, yo estoy muy así, como que muy, no sé, no puedo decir inconforme, digo, con mucha duda de ¿Por qué en el primer semestre se enseña electromagnetismo y hasta el siguiente semestre se enseña mecánica?

**Dra. Silvia Maffey García:** Bueno, yo en esta exploración que hice de algunos programas de estudio, me encontré cosas muy raras. Me encontré uno que empieza por describir el sonido. Así, el primer curso de física de ese sistema empiezas por: "Describe el sonido", ¿Por qué los ponen? No te puedo contestar. O sea, yo no sé qué hay en la cabeza de los que diseñan algunos planes y programas de estudios. Lo que te puedo decir es que cuando te piden la planeación didáctica, pues busques adaptar los métodos, que aquí tenemos y hay más, como les dije, a tu formato. Por ejemplo, en el caso de los CECyT del Instituto Politécnico Nacional, apenas hace creo que dos años nos cambiaron, pero en los formatos anteriores teníamos que hacer un plan de clase, clase por clase al inicio del semestre. Y aquí voy a hablar

mal de mí, pero ya ni modo. Yo los llenaba como sabía que le iba a gustar al que iba a revisar.

**Maestro Luis Peralta:** Claro.

**Dra. Silvia Maffey García:** ¿Por qué razón? Porque ni siquiera con mis grupos los llevo iguales, porque cada grupo se porta diferente, porque no das igual la clase de las tres de la tarde que la de nueve a diez de la noche. Y ellos querían que pusiera en formatos todas las clases que iba a dar durante todo el semestre y las entregara juntas antes de empezar. Y todas en el esquema rígido de apertura, desarrollo y cierre. El mal consejo, y no le digas a nadie que yo te dije, tú llena el formato como sabes que les gusta y tú planeas tu clase bien hecha. Perdón, pero de veras, créeme que intenté hacerlo formal y bien. No, me di por vencida.

**Maestro Luis Peralta:** Gracias.

**Dra. Silvia Maffey García:** A lo mejor otro investigador le dará una posición más formal e institucional, yo soy bastante rebelde.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Okey, gracias, Silvia, gracias, Luis. Tenemos por acá una pregunta que en el chat de la Dra. Magaly Sierra y comenta: “Buen día, me parece muy interesante su presentación, doctora. Mi pregunta es: ¿qué tan viable sería ocupar todas las estrategias didácticas que menciona en un solo semestre? Y si no es posible ocupar todas, ¿cuántas cree usted que sean idóneas?” Otra pregunta es: “¿estas estrategias creen que se puedan combinar de acuerdo con las necesidades de cada docente o cada institución?”

**Dra. Silvia Maffey García:** Sí, yo creo que sí se pueden usar todas, simplemente. Algunas, como la investigación dirigida. Pues con esa abarca una serie de conocimientos ¿no?, más bien un bloque, una unidad completa. El modelo STEAM, yo también te diría, trata de abarcar mucho para que sea un proyecto continuado, clase a clase ya te puedes ir a otro de los métodos más específicos, no sé, un aprendizaje activo, un 5E. Y sí, sí las puedes combinar, me parece que sí las puedes combinar. Ahora, en cuanto al propio docente, pues sí, justamente ¿cuáles aplicar? aquellas que tú veas que pueden satisfacer la necesidad educativa que tienes enfrente y que no rompan fuertemente con tu manera de proceder, porque si tú te sientes incómoda, la vas a aplicar mal, por más metodológica que quieras ser, por más que digas: “Es que el paso uno, el paso dos, el paso tres, así, así, así va”. Si tú estás incómoda, difícilmente lo vas a hacer bien.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Gracias, Silvia. Jorge, por favor.

**Maestro Jorge Juárez:** Más que pregunta, es como compartir una experiencia, por ejemplo, cuando yo entré a laborar al Tecnológico de Monterrey, a mí me dijeron: Los alumnos de aquí están muy bien preparados para intentar cualquier situación. Entonces, cuando me tocó darle una materia de programación, lo dividí por grupos para que cada uno trabajara con diferentes lenguajes. Y al estar trabajando con diferentes lenguajes, mi idea era que entendieran que el lenguaje no está casado con la enseñanza, porque muchos, si ya sabían programar en C, no querían salir de C. Los que ya sabían Python, no querían salir de Python. Entonces, yo lo saqué de su zona de confort para que entendieran el aprendizaje y aprendieran a crear los conceptos.

En ese momento los clasifico y empiezo a organizarlos, a que crearan el mismo problema, pero que hallaran diferentes soluciones con diferentes lenguajes. Y todos corrieron a quejarse que porque era muy complicado. Esa fue una. Con ellos sí pude trabajar colaborativamente en un modelo parecido a este al STEAM, porque sí los pude organizar, pero esa fue en cuestión de matemáticas. En matemáticas mejor los organicé para que la teoría de conjuntos la aplicaran en circuitos usando “protoboards” y ahí con eso logré que sí me aprendieran algunos conceptos, incluso a este grupo. Pero cuando ya ingresé a las politécnicas, ahí ocurrió otro detalle, porque aquí la cuestión es que hay que basarse estrictamente en el modelo educativo basado en competencia y como que los jóvenes ya están maleducados a que tienen que hacer lo que ellos llaman evidencia. Entonces, cuando uno empieza a sacarlos de esas evidencias que están como muy estáticos, como fichas, ya saben que era cuestionario o que es una práctica que están los diferentes tipos de evidencias que tienen que realizar. Entonces, cuando uno empieza a meter las diferentes formas de enseñanza, empiezan a quejarse. Hubo una vez que a mí me sancionaron y un semestre no me dieron grupos, porque yo innové, les metí tecnología. Como vi que siempre estaban en el teléfono y tenía que darles probabilidad estadística, entonces dije: “A ver, agarren el teléfono, bajan Excel y no nos vamos a las computadoras, en el teléfono trabajamos, aquí resolvemos problemas, aquí hacemos las estadísticas”. Y yo los ponía: “Agarren el teléfono y busquen algún problema que se pueda medir, a buscar datos” y tampoco les pareció, también se quejaron. Aquí el detalle es, a los alumnos a veces, ¿cómo uno puede controlar a los alumnos? Porque los alumnos son los que ya están maleducados, a la mala enseñanza que están.

Después, tuve la experiencia también de formar parte de los que crean los planes educativos, y cuando fuimos a la central donde organizaron todo, pues era el único docente, porque los compañeros de trabajo, si no eran candidatos a diputados, si no era el director que había estudiado Matemáticas haciendo el programa de Literatura, entonces esa mala organización que tienen para armar los planes de estudio, porque es lo que viene desde arriba echando a perder lo de abajo. Entonces, al final es muy cierto, como dice la doctora, es llenar los formatos como

los piden, acatar las instrucciones que dan y ya uno busca que ese aprendizaje a los estudiantes vea cómo reposarlo y rescatar lo rescatable, porque desgraciadamente no puede uno hacer que todo caiga en el carril.

**Dra. Silvia Maffey García:** Sí, exactamente. Las escuelas finalmente nos marcan la pauta, por eso aquí les hablaba la normativa en la institución educativa, las instalaciones, todo este rollo que rodea al sistema didáctico, nos está condicionando lo que podemos hacer dentro. Pero bueno, ahí también nos toca a nosotros echarle creatividad. Por ejemplo, lo que les comentaba, que algunas planeaciones quieren que pongas tres etapas. Y yo les he presentado aquí métodos de ocho pasos. Bueno, la primera se los pongo en el uno, la última se las pongo en el cierre y las otras seis las englobo en el desarrollo, ¿no? o sea, ahí manejarle. Tus estudiantes tenían que tener evidencias. Bueno, ¿qué evidencias necesitan? Es libre, bueno, lo que tú hiciste con lo del trabajo en el celular. Bueno, ahora me lo descargan y me lo envían a esta carpeta de Drive, ¿no? saquen una captura de pantalla, le ponen su nombre y esa es la evidencia. Que no, que la evidencia tiene que ser un cuestionario, bueno, pues un cuestionario: “Explica cómo realizaste la búsqueda de datos, qué recursos empleaste y cómo hiciste”. O sea, también tenemos nosotros que adaptarnos a esto, porque finalmente el alrededor es lo que nos da de comer, ¿no?

**Maestro Jorge Juárez:** Claro, exacto.

**Dra. Silvia Maffey García:** Aunque la esencia está en el centro, en ese sistema didáctico, que con todas sus cosas venimos a formar la física, el profesor y los estudiantes. Y necesitamos mucha creatividad, porque hay veces que el sistema externo, que es el que debiera ser un apoyo, a veces lo es, pero a veces es una camisa de fuerza, ¿no? y aún en ella tenemos que aprender a movernos.

**Maestro Jorge Juárez:** Gracias, doctora.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Gracias, Jorge.

Tenemos un comentario acá en el chat de la Maestra Carolina García y dice lo siguiente: “Difiero con relación al comentario de enseñar como fuimos enseñados. Considero que pudiera ser una de las causas por las cuales se conservan ciertas prácticas que no responden a las características e intereses de los alumnos. Por ello me parece muy interesante la revisión de estos métodos con base en un proceso de investigación, se convierten en herramientas para el docente. En el nivel primaria, aún se conservan las prácticas que se remiten a la reproducción de la información, cuestionarios, resumen, etcétera. Muy interesante”.

**Dra. Silvia Maffey García:** Pues gracias, Carolina. Efectivamente, tienes toda la razón. Eso de que, como les decía, muchas veces en el primer día que damos clase, como me enseñaron, porque es mi único referente. Pero efectivamente, por eso es por lo que como docentes tenemos que explorar métodos para romper con esas costumbres, conservar las que sean útiles, digo, tampoco se trata de romper por romper, sino tomar lo que es adecuado para la realidad presente.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Así es. Beatriz, por favor, adelante.

**Maestra Beatriz Oropeza:** Okey, muchas gracias. He estado escuchando a mis colegas docentes y debo de decir primero que yo me siento super afortunada porque trabajo en una institución donde hay una gran libertad de cátedra y entonces nosotros no tenemos que hacer ninguna planeación, en realidad no tenemos que entregar nada. Tenemos establecidos, digamos, contenidos mínimos, que es lo que necesitamos trabajar, pero además esos ni son supervisados ni alguien dice: "Tienes que presentarme la evidencia del trabajo". Por supuesto que esto tiene unas consecuencias en ambos sentidos bastante interesantes. Por una parte, al sentirnos con libertad de que no tenemos que constreñirnos a un programa de trabajo, a una metodología, a una didáctica, pues los profesores tenemos libertad absoluta de hacer y de implementar lo que queramos. Entonces, a mí, en mi caso, eso me causa un poco de problema, porque al tener esta libertad y tener tanta información, yo digo: "Quiero implementar esto y quiero hacer esto y voy a meter algo de STEAM, y ahora voy a meter una secuencia didáctica". Y entonces, como dicen, soy... ¿Cómo es la frase? Soy aprendiz de todo y oficial de nada. O sea, a todo lo que me parece interesante lo aplico, pero también tenemos situaciones en donde los profesores, valiéndose de esta apertura, de esta libertad, yo he visto así, y en física se da en primer semestre del bachillerato, he visto profesores trabajar los temas de física uno con rotacionales, con divergencia, y yo digo: ¡Ah!, y ellos argumentan que eso es lo que necesitan los chicos. Entonces, obviamente, tenemos que adaptarnos y yo creo que siempre nosotros hacemos una planeación como profesores, aun cuando no tengamos que entregarla a nuestros superiores o a la institución, aun cuando no tengamos que escribirla de manera formal, siempre hacemos, bueno, creo que todos los profesores hacemos siempre una planeación. Y aquí en la planeación, insisto yo, en mi caso, se da lugar a una creatividad impresionante que puede ser muy diversa. Pero siempre hacemos una planeación. Creo que todos los profesores, independientemente de entregar o no entregar, en nuestra cabeza está lo que queremos hacer de ¿qué sistema didáctico vamos a aplicar de acuerdo con las circunstancias? Gracias.

**Dra. Silvia Maffey García:** Fíjate que aquí lo que comentas de que hay profesores que en el primer semestre aquí como que se elevan mucho. Por eso es importante

también esta parte del mapa curricular. También es un factor que tenemos que tomar en cuenta, porque eso nos está diciendo qué conocimientos previos debe tener el estudiante cuando llega a nuestras manos. Qué herramienta matemática ya debe de haber adquirido y cuál no. Te puedo comentar que aquí en los CECyT del Instituto Politécnico Nacional, Física 1, tercer semestre, tienen que, por otro lado, en Matemáticas ya vieron Álgebra, ya vieron Trigonometría y ya vieron Geometría Analítica. No han visto cálculo, lo van a ver hasta el siguiente semestre. Entonces, no puedo hablar de una velocidad instantánea como una derivada. Puedo hablar como una razón de cambio y no me puedo ir más allá, porque todavía no tienen el sustento matemático para que lo trabaje de esa manera. Y eso me lo dice la exploración del mapa curricular para saber con qué herramienta cuento. Pero bueno, así efectivamente, así pasa a veces.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Gracias, Silvia. Un par de comentarios antes de darle la palabra a Consuelo. Jorge comenta si puedes poner la diapositiva de los métodos didácticos, en lo que estás dando las respuestas, por favor. Y también la Dra. Guillermina Ávila comenta si puedes dar más referencias del modelo 5E. Ahí, antes de darte la palabra, sí comentaría que en los próximos días las próximas semanas, yo esperaré, dependiendo de los trámites, que se va a presentar una tesis de enseñanza que es sobre “5E para la enseñanza de la energía”. Es en nivel bachillerato también, si no mal recuerdo. Entonces, como lo estamos haciendo, como fue el día de ayer, por ejemplo, ya también estos exámenes se están transmitiendo vía Zoom y vía YouTube, entonces van a poder participar. Entonces, nada más como comercial, porque ahí va a estar esta parte del 5E. No sé si quisieras dar una respuesta, Silvia, a esta parte de la 5E, antes de darle la palabra a la maestra Consuelo.



**Dra. Silvia Maffey García:** Le iba a dar la misma. Que esperara y asistiera al examen de nuestra estudiante Priscila Loya, es la que va a presentar esto y yo creo que va a ser mucho más rico que lo que te pueda yo plantear ahorita. Porque, de hecho, hay un material muy interesante, pero todo el sustento teórico de la tesis de Priscila se basa en este autor, entonces, creo que sería muy bueno que consideraras estar presente en el examen o bien verla, ahora sí que verla en YouTube, si no pudiste estar presente en ese momento, porque no nada más vas a ver el sustento teórico de una manera mucho más amplia, sino ya una aplicación real de éste, donde esta chica nos va a reportar justamente cómo lo aplicó y qué resultados obtuvo.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Muchas gracias. Adelante, Consuelo, por favor.

**Maestra Consuelo Márquez:** Sí, muchas gracias. Buenos días, doctora. Gracias por esta fabulosa plática. La verdad es que muy interesante todos los métodos de

enseñanza de la física creo que, como lo comentaban hace un ratito, es involucrarse en ellos y poderlos adaptar a lo que nosotros necesitamos dar, ¿no? Ya en alguna otra plática yo he comentado de algunas de las materias que se imparten en la universidad donde yo laboro, efectivamente toda esta parte de la currícula pues tienen un desastre en el sentido estricto de los temas que ven en qué, yo lo trabajo por cuatrimestre, en qué cuatrimestre se ve, como usted bien lo decía, para observar bien la mecánica cuántica requieren de esas ecuaciones diferenciales que en cuarto cuatrimestre no las han visto, y esas sí, definitivamente no las han visto porque se ven hasta matemática avanzada, que es ya por ahí de séptimo, octavo, cuatrimestre. Y que, desafortunadamente, no nos queda de otra más que ser creativos. Yo puedo comentarles que desde que empecé el curso propedéutico en esta maestría, he aprendido muchas cosas y de verdad que las he aplicado. Digo, con la supervisión de usted, que me apoyado desde el curso propedéutico, he aprendido algunas cosas y de verdad que se me ha prendido la chispa y a lo mejor no llevo una metodología tal cual tomo algunas de ellas, como usted bien lo dijo, en el sentido estricto de las habilidades que yo tengo y lo que yo considero que me va a funcionar, y efectivamente ha funcionado. O sea, los chicos al final del cuatrimestre pasado, todo el mundo me decía: “Maestra, es que estuvieron muy interesantes sus sesiones”, etcétera, etcétera, a pesar de que en ocasiones son temas un poco complicados. Pero al final del día, creo que todas estas metodologías, como usted bien lo dice, llegamos muchos a dar las clases, así nada más, y yo creo que involucrándonos en esto podemos obtener buenos resultados. Le agradezco muchísimo, doctora.

**Dra. Silvia Maffey García:** Gracias, Consuelo.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Gracias, Consuelo. Tenemos otro mensaje acá en el chat por parte del Maestro Abraham Vilchis y comenta que todos los métodos didácticos que mostró están diseñados fuera del país, por necesidad entonces, se deben “tropicalizar” un tanto o un mucho estos ciclos. De acuerdo con su experiencia, ¿qué tanto se ha avanzado en el diseño de una metodología o un sistema que responda a la o a las necesidades e idiosincrasias del país? En caso negativo, diseñar un sistema tal vez sería un buen necesario proyecto de investigación.

**Dra. Silvia Maffey García:** Coincido Abraham, en que es un buen proyecto de investigación. No, no tengo conocimiento de que tengamos un método diseñado en México para México. Porque, es más, yo te preguntaría, ¿para cuál México? ¿El del medio rural o el de las Lomas de Chapultepec? O sea, tampoco tenemos una idiosincrasia, así única. Justamente ayer platicaba con mi hijo, de algunas de las diferencias garrafales que hay en el país, enormes. Y no puedes comparar Chiapas

con Monterrey. Entonces, sí, efectivamente, no tenemos un método en México para México, porque al menos yo, Silvia, no tengo claro para cuál México. Siento que tenemos muchos Méxicos en un sentido, ¿no?, entonces, claro que vale la pena explorarlo. Claro que vale la pena, no un proyecto de investigación, yo creo que muchos proyectos de investigación, porque efectivamente tenemos realidades muy distintas en este país, y esas realidades distintas nos dan mentalidades distintas. Pero bueno, todos estos son una base y siempre es más fácil tener una base y cambiarle, corregirle, modificarle que empezar de cero. Entonces, pues por aquí empezamos.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Sí, de hecho, aquí comenta: “Sí, sin duda, por ello remarco la idiosincrasia, es un reto”, aquí me gustaría hacer un par de comentarios. Trabajo que se esté haciendo en México orientado específicamente a la creación de algún tipo de metodología didáctica, probablemente el que más conozca yo pueda hacer las propuestas que ha hecho Josip Slisko en Puebla. Pero es también una variación del PODS, que es el POE, el predecir, observar y experimentar. Sin duda, retoma el ciclo PODS de Lilian McDermott. Y un comentario. Sí, yo coincidí junto con Abraham y creo que con Silvia de que, más allá de ser un proyecto interesante de investigación, sí es necesario el crear metodologías para nuestro propio medio ambiente, en nuestro contexto. Pero no es una opinión generalizada, ni siquiera podría decir que es una opinión común del propio cuerpo académico de física educativa. Por aquí, y Silvia lo sabe, tenemos colegas que son muy dados a... Y lo voy a decir tal cual como lo comentó algún colega: “Si esto no se ha hecho en Estados Unidos, no sirve”, palabras más, palabras menos, Silvia sabe que es cierta situación con la que yo no coincidí y por la cual yo también soy enemigo de la estandarización. Ahí ya nos metemos en un problema político o laboral, incluso ese tipo de situaciones, porque desafortunadamente sí requerimos alguna estandarización. Quienes trabajan en el nivel medio superior, por ejemplo, están en este país sujetos a la RIEMS, por ejemplo, perdón no, a la red de bachillerato. Y entonces, eso, nuevamente, pone en desventaja algunos estudiantes con respecto a otros. Como comenta Silvia, no es lo mismo estudiantes de Monterrey que estudiantes de la Sierra Norte de Puebla o estudiantes que están en Veracruz. Pero sí, nuevamente se mete en situaciones de investigación educativa y cómo podemos hacer esas variaciones. Era un comentario únicamente.

Tenemos un comentario desde el YouTube del doctor Luis Santana, que comenta que él es egresado tanto de la maestría como del doctorado con nosotros y comenta que en un documento que se trabajó en la maestría, creo que ya ni siquiera está para los que están ahorita, dice: “Me llamó la atención de la cuestión de dos tipos de teorías. Teorías tipo uno, lo observable, tipo dos, lo que requiere aparatos para ser observados, y tipo 3, las que no se observan directamente. Tal vez se pudieran

organizar así en otras ramas de la física educativa”. Supongo que por lo que comentábamos en un inicio de la separación de física educativa en diferentes ramas. No sé si tengas alguna opinión.

**Dra. Silvia Maffey García:** No, me parece interesante esa división y si vale la pena explorarlo.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Claro. Tenemos por acá un comentario de Jorge Juárez, nuevamente, dice: “Doctora, ¿Qué método sería mejor para “eficientar” el aprendizaje práctico-experimental que no se puede realizar en este momento en tiempo de pandemia?” ¡Guau! Si lo respondes, te mandamos de Secretaria de Educación.

**Dra. Silvia Maffey García:** Práctico experimental en pandemia. Pues es que va a depender de qué conocimiento quieres ver. Mira, o sea, si quieres ver movimiento rectilíneo, cómprate un carrito en el mercado y que lo muevan, ¿no? Si quieres ver tiro parabólico, pues igual, o sea, que se ponga a lanzar una pelotita, que la graben con el celular, a ver si esa grabación con algún software se puede... Sí, sí se puede con el Tracker, hay un software que se llama Tracker, con el que puedes meterle cosas y te va a medir la velocidad y la aceleración y vas a ver el ángulo en que se desplazó y ya lo resolviste en pandemia. Si lo que quieres es hablar de, no sé, medir campos magnéticos, ahí sí no se me ocurre qué vas a hacer. Porque no veo con qué cosa casera pueda sustituir<sup>4</sup>

Fíjense que un colega me sugirió una App. La instalé en mi teléfono y me encontré con que mi teléfono no puede medir campos magnéticos. O sea, la aplicación sí está, pero mi teléfono no tiene esa capacidad. Pero bueno, ya nos dieron la respuesta. Hay casos en los que se puede y hay casos en los que se debe de poder, pero a mí no se me ocurre cómo. Al menos no ahorita.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Sí, un comentario. También regresamos al comentario que hacíamos con respecto a lo que decía Abraham. También depende de la cantidad de recursos que puedas tener. No es lo mismo que pueda ser experimentación de bajo costo con chicos en Veracruz o en otras regiones. Hay muchos recursos, incluso para trabajar con laboratorios a distancia, por ejemplo, laboratorios virtuales, pero no siempre se puede tener el acceso, el internet, o sea, es una situación extremadamente compleja y por eso comentaba que, si se daba solución a esto, nos retiramos y cerramos el programa. Bueno, como dice Beatriz, a mí me han funcionado muy bien las simulaciones PhET. Yo te puedo decir que sí, pero no son generales para todos. Es una muy buena herramienta, no está por aquí

---

<sup>4</sup> Se escucha una voz en el fondo diciendo “con el celular maestra”.

la doctora Diana López que es la encargada de esto y siempre me peleo con ella. Yo la considero, no sé si estés de acuerdo, Silvia, una herramienta más, entre muchas otras que podemos utilizar, no es la única. Nada más es un comentario, no creo que lo digas como panacea, pero sí.

Tenemos un comentario de la maestra Natalia Contreras, dice: “En niveles después de primaria hay temario de lo que se puede trabajar. En preescolar no existe algo así. Sería importante trabajar en alguna herramienta que permita a los docentes tener un panorama diferente”.

**Dra. Silvia Maffey García:** Bueno, aquí el que sabe más de cómo están las situaciones en preescolar, justamente, es el doctor Mario. Pero lo que me ha tocado en los trabajos que he revisado de estudiantes que hemos tenido que son maestras de preescolar, sí nos hablan de que tienen un área que se llama “conocimiento del medio”.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** “Conocimiento del Mundo Natural y social”.

**Dra. Silvia Maffey García:** Esa. Entonces, ahí es donde ven algunas cuestiones de física, obviamente de manera cualitativa, digo, no le meten ecuaciones a un pobre niño que apenas está aprendiendo a conocer el medio y todavía no sabe escribir. Pero creo que sí tienen ahí algunos temas específicos, pero la verdad, yo no estoy familiarizada.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Sí, bueno, temas específicos no lo hay. Se estudian fenómenos de la naturaleza y ahí creo que sí es importante la posición del profesor de bajo qué enfoque quererlo trabajar. Pero no te preocupes, Natalia. El lunes que tenemos reunión vamos a platicar más a fondo de esto. Okey. Tenemos otro comentario.

**Maestra Natalia Contreras:** Muchas gracias, maestro Mario.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Vale, tenemos otro comentario de la Maestra María Angélica Silva Cabrera. ¡Saludos! Es desde Chile, qué bueno que estás conectada. Ella es del octavo semestre de nuestro doctorado y dice: “Mi tema de investigación está basada en innovaciones metodológicas activas, *IMA*, en ciencia física. Esta investigación está basada en la creación de prototipos de ciertos instrumentos que apuntan al logro de aprendizajes significativos como, por ejemplo, cómo definir un concepto en ciencias físicas en forma integral a través de cinco indicadores pedagógicos que nos llevan al logro de un aprendizaje significativo”. Ese es el comentario que hace María Angélica. Qué bueno que estás conectada. No sé si te merece algún comentario, Silvia.

**Dra. Silvia Maffey García:** No, me parece muy interesante y me gustaría en su momento conocer su trabajo.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Perfecto. Yo también qué bien a María Angélica, ya después platicaremos más en corto de algunas cosillas por ahí.

Otro comentario de la Dra. Magaly Sierra es: “Si la idea es realizar una práctica casera, se puede utilizar aceite y limadura de hierro y aplicar una diferencia de potencial. Esto lo aplicaron mis alumnos hace un año”. Me parece un buen comentario para... De hecho, perdón Silvia, nada más hacer este comentario. Una de las ramas más importantes de investigación que tenemos en física educativa es “experimentación con materiales de bajo costo”, entonces, es algo que deberíamos de trabajar más. De hecho, es algo que con la doctora Silvia, que, así como me echó una flor hace rato, ahora me corresponde retribuirle, ella es nuestra experta en didáctica de la física en el posgrado y hemos platicado mucho de cómo profundizar y abordar más temas dentro de los propios cursos que tengan que ver con didáctica experimental y, evidentemente, partir de materiales de bajo costo. Entonces, sí. ¿Alguien más por ahí? Ahorita no tenemos más comentarios en el chat.

**Dra. Silvia Maffey García:** Déjame comentarles sobre los simuladores de PhET. Sí son buenos, como dijo el doctor, es un recurso, entre otros. Lamentablemente, no sé si se habrán dado cuenta, me parece que este año ya tenemos menos simuladores que antes, porque los que estaban hechos en base Flash, ya no corren. Esa es una. Pero les doy el “tip”, no nada más tenemos PhET, tenemos a la mano y de manera abierta en la web, Educaplus, que también tiene varios simuladores, es más, hay algunos temas que trabaja Educaplus que no trabaja PhET. Entonces, ahí tienen otro recurso del cual echar mano.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Así es, así es. Incluso por ahí vi que estaba conectado el maestro José Orozco ¿si está por ahí?... Sí, ahí está. Él nos podría dar opinión también más sobre las simulaciones, las PhET o adelante que él es experto, que les anticipo dentro de dos pláticas, él va a dar la charla, entonces, no sé si quisieras comentar algo al respecto José.

**Maestro José Orozco:** Sí, sí. Sí, aquí les comento algo, ¿sí me escuchan?

**Dra. Silvia Maffey García:** Sí.

**Maestro José Orozco:** Okey, sí. Está el simulador que dice la maestra, el de Educaplus, está el PhET que sí se disminuyeron porque quitaron ya el Flash.

Tenemos también otro que es en celular, también en la computadora, que es Física en la escuela. Es un simulador que en la computadora accede uno gratuito. Está muy bien. Y estaba viendo unos Labster, pero esos son de paga. Entonces, ahorita estamos trabajando con la Dra. Diana López, diseñando actividades, precisamente. Pero, así como comentan, para trabajar en casa, también tenemos herramientas en el celular para análisis de video como el Tracker, como VidAnalysis, por ejemplo, para Android y... ¿Cómo se llama esta otra? Vernier Video Physics para iOS. Entonces, sí hay mucho por investigar y por hacer, y cada vez salen más simuladores para celular también.

**Dra. Silvia Maffey García:** Okey, gracias.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Gracias, ya podrás profundizar más en estos temas. Muchas gracias, José.

Sí, yo considero que, como dice Silvia, no es el único PhET, es muy bueno, sí, sí es bueno, pero hay que también abrirnos porque podemos pasar por un proceso de que si ya no manejamos ningún otro entonces sí nos podemos meter en muchos problemas. Bueno, no hay muchos problemas, pero sí perder mucho de lo que podríamos hacer explorando otro tipo de herramientas. Incluso hay por ahí un texto que se llama “Física con ligas”. También no debemos tener tanta dependencia de la tecnología, porque como comentaba Abraham, como comentó Silvia, en nuestro contexto, pensar únicamente en herramientas tecnológicas de cómputo o de celulares y todo esto, nos limitaría mucho, y no todos tienen esas posibilidades. No sé, Silvia, si quieres comentar algo.

**Dra. Silvia Maffey García:** Fíjate, precisamente ahorita que tocaste ese punto. Ahora con la pandemia, pues hemos tenido que trabajar en línea todos y gracias a Dios, creo que lo he hecho dignamente. Pero antes de esto, yo era un tanto reacia a la exploración sobre recursos tecnológicos, pese a que está muy en boga, muchos de nuestros estudiantes veo sus propuestas de trabajo y tal cosa con tecnología y tal cosa con tecnología, etcétera. Y esta tendencia viene desde mucho antes, cuando estaba yo justamente en la maestría, también muchos compañeros estaban trabajando cuestiones de matemática con tecnología. Y recuerdo en una reunión una profesora me preguntó: “¿Por qué no quieres usar tecnología?” y le dije: “No es que no quiero usar tecnología, es que, si la usas, limitas el resultado de tu exploración a un sector” Y que, bueno, o sea, ese sector tiene que ser atendido. Pero digo, mientras yo todavía veo que las escuelas, algo tan simple como un cañón para proyectar, ya no estoy hablando de algo más complejo. Ahí andan los maestros teniéndolo que reservar con un mes de anticipación o agarrándose del chongo porque a mí me toca, no, a mí me toca, porque no hay suficientes. Entonces, como que meterme en cosas que requieren mucho recurso tecnológico y que en la

generalidad de las escuelas no se tiene, yo, Silvia, en lo particular, no me llama tanto la atención explorar esa área. Es importante la exploración y hay otra gente que lo hace maravillosamente bien y qué bueno que lo está haciendo, porque cuando se presentan eventualidades como la actual, ahí están los recursos, ¿no?, y los recursos de conocimiento y los recursos de método y de teoría para trabajarlo, pero, efectivamente, todavía la realidad, al menos la realidad nacional, y creo que en gran parte de Latinoamérica no cantan mal las rancheras, como decimos por acá, no ha llegado la tecnología necesaria a todo el ámbito educativo. Y bueno, es un comentario, ¿no?

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Sí coincido. Y no hay que perder de vista una cosa, creo yo, la tecnología por sí misma no enseña ni le enseña a nadie.

**Dra. Silvia Maffey García:** Así es.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Algo que es importante, y lo ligo con esta parte, qué bueno que está lo de los métodos didácticos ahorita en pantalla, la tecnología debe ser una herramienta dentro de una estrategia o una metodología didáctica. Uno de los grandes problemas que se han tenido es que créeme que software educativo, en un momento se puso mucho de moda la robótica educativa, todo esto es muy... Son herramientas incluso muy bonitas. Pero si no tenemos atrás una estrategia didáctica, una metodología, esa herramienta, en lugar de usar, se hace un abuso de la tecnología.

Un comentario que hemos hecho, y creo que te ha tocado Silvia también en algunos jurados, donde hemos evaluado proyectos que tienen que ver con tecnología, es que se corre el riesgo de que el estudiante acabe aprendiendo a manejar estupendamente el software o el hardware que esté involucrado. Y del tema de física nunca supo de qué se trató. Entonces, sí, es una herramienta muy interesante, pero no es quien sustituya ni a la metodología y, evidentemente, al maestro. Esa es una postura personal.

**Dra. Silvia Maffey García:** Un aspirante me decía que quería hacer su tesis doctoral con una serie de videos. Le dije: “¿Y qué más?”. “Varios videos”. Digo: “¿Y usted cree que varios videos valen un doctorado en Física Educativa?” “¿Y por qué no?”. Le dije: “Pues porque si me dice *videos con técnicas didácticas*, vamos. Pero si nada más los videos, pues perdón, pero váyase a estudiar cinematografía”. O sea, lo importante era el contenido, no que nos apantallen con una serie de videos. O sea, ¿qué contienen? Eso es lo esencial. Y si el contenido es rico, con uno basta, ¿no?

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Claro, claro. De hecho, está conectada por ahí Magaly, sí. Bueno, ella está haciendo ya esta revisión su tesis, pero uno de los

comentarios que le hizo uno de los jurados al utilizar los videos es: Okey, utiliza videos, ¿por qué no los hace mejor usted? En lugar de retomar videos hechos por alguien más, porque así te involucras en la creación de la propia herramienta tecnológica. Posturas hay muchas, y creo que sí, precisamente, la física educativa es uno de los pilares donde debe de hacer investigación en cómo se utiliza o no se utiliza ciertas cuestiones tecnológicas. Por acá tenemos precisamente el comentario de Abraham, dice: “Concuerdo, no hay que dejarnos apabullar por la tecnología, hay que despertar y salir de la matrix”. Comentario revolucionario, pero muy bien y coincido, Abraham. Porque incluso, algo que nuevamente ha creado polémica en el posgrado, es que muchas de estas herramientas tecnológicas, incluso PhET, y ahorita les voy a contar una anécdota de PhET, no están hechas para el contexto de nuestros estudiantes o de nuestra visión, nuestra idiosincrasia, como comentaban hace rato. Y comento porque, por ejemplo, la doctora Diana López es quien se ha estado encargando en buena medida de hacer la traducción al español de las simulaciones PhET. Y hace ya, si no mal acuerdo, dos o tres años, en una de las simulaciones que tenía que traducir al español, estaba el término “gravitational energy”. Me preguntaban “¿Y cómo lo traduzco al español?”. Pareciera muy obvio para nosotros decir: Es energía gravitacional. Y decía: Pues no, porque no en toda Latinoamérica se utiliza el término energía gravitacional. Puede ser energía gravitatoria. Pero si nosotros en México lo vemos como... Nadie de nosotros, no sé, ahorita que está María Angélica por allá en Chile, también se vea como energía gravitacional o si se utiliza energía gravitatoria. A ese nivel de problemas nos enfrentamos si utilizamos la tecnología sin ton ni son. Sí lleva todo un proceso atrás para poderla adaptar y entonces implementar. Esa es una opinión. No sé si tengas alguna opinión, Silvia.

**Dra. Silvia Maffey García:** No, coincido totalmente. A veces caemos en ese abuso tecnológico y nos estamos perdiendo de vista que es un medio. Y a veces nos clavamos en el medio y perdemos de vista el fin, la meta, que es el aprendizaje de la física. Por eso fijate que quise titular esto “Diseño didáctico para el aprendizaje de la física” y en varios de los métodos, su nombre es para la “enseñanza de...” Sí, serán hechos para la enseñanza, pero el objetivo final es el lograr un aprendizaje. Y sí, la tecnología a veces nos hace perdernos de que el objetivo es el aprendizaje de la física.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Así es. Bueno, ya estamos casi por cerrar. Un comentario de la Maestra Carolina García nuevamente. Dice: “Totalmente de acuerdo, la tecnología es el medio y hay que prever que esta no solo sea de reemplazo, es decir, cambiar el pizarrón por la pantalla. Y algo que me parece importante es el proceso de socialización del aprendizaje. Los alumnos también aprenden de los alumnos”. Concuerdo, no sé.

**Dra. Silvia Maffey García:** Totalmente. Por eso en varios de estos métodos se habla de ese trabajo en equipo, que muchas veces a algunos estudiantes que tienen problemas de socialización no les gusta, pero es parte formativa. Si no, llegan a ser adultos, como algunos que yo conozco, empezando por mí, que somos muy individualistas.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Sí, suele pasar.

**Dra. Silvia Maffey García:** Y eso nos limita. Entonces, definitivamente, es importante la interacción entre los estudiantes espontánea y si no se da, provocarla a través de una metodología didáctica.

**Dra. Silvia Maffey García:** Aquí tenemos un comentario también de Diana. “Doctora, ¿qué opina de los videos como un medio, no como un fin?”

**Dra. Silvia Maffey García:** Muy buenos, lo importante es seleccionarlos bien. Yo también por ahí hice una exploración y creo que por ahí anda publicada en LAJPE. Consideré tanto usar videos hechos, rescate de YouTube, videos hechos por nosotros. O sea, bueno, hechos por un estudiante, pero yo le dije ponle, ponle, ponle, ponle, ponle, no. Y videos que el estudiante por sí solo trabajó. No siempre es fácil. Yo tengo la bendita fortuna de que en la escuela en la que trabajo se da la carrera técnica de diseño gráfico digital y en ella llevan edición de video. Entonces, cuando tengo grupos de ahí, me doy vuelo. Y cuando tengo grupos de otras, pues no, pero con ellos sí se puede hacer mucho de esto, de que ellos produzcan. En los otros casos, yo tengo que presentarles. Pero sí creo que tiene uno que ser muy selectivo. Te encuentras en YouTube, a veces videos, donde está un profesor ante un pizarrón explicando, entonces digo: ¿Y qué ganamos? O sea, de que vean a este cuate, a que me vean a mí, pues a lo mejor se ve más bonito el otro cuate, pero de ahí en fuera no ganamos nada.

Sí, sí podemos usar videos que realmente nos retraten el fenómeno, que realmente nos muestren cosas que no podríamos estar haciendo en el aula. Dependiendo de la edad de nuestros estudiantes y de cómo se comporten nuestros estudiantes, a veces resultan muy útiles aquellos que usan más animaciones que experimentos, ¿no? Pero bueno, también los experimentos son útiles cuando no tenemos con qué o cómo hacerlos en nuestra aula o no estamos en el aula como ahorita, ¿no? Sí, me parecen buenos, pero sí hay que tener mucho cuidado en la selección de contenido.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Claro, coincido.

**Dra. Silvia Maffey García:** Otra cosa que pasa en YouTube, a veces hay videos que son la tarea de estudiantes, donde hay errores conceptuales. Entonces duden de un video, si no lo han revisado a detalle ustedes. Porque si es difícil meter un conocimiento, ¿saben que es más difícil? Borrar uno erróneo y poner el bueno. Eso es mucho más difícil de lograr.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Exacto, exacto, coincido. Pues Abraham comenta: “Mil gracias, me había forzado a desconectarme, pero agradezco”. Bueno, sí, de todos modos, Abraham, pues ya estamos por concluir. De hecho, estamos en tiempo. Muchas gracias, Diana. Quisiera agradecerle, Silvia. Creo que ha sido muy interesante los comentarios, todo, a veces nos desviamos un poquito del tema inicial, pero creo que ese es el objetivo de este tipo de charlas. Y agradecerles a todos ustedes el haber asistido. Nos podríamos quedar aquí un par de horas más y seguirían saliendo cuestiones. Ese es el objetivo de esta charla. Entonces, simplemente agradecerles y comentarles que la siguiente charla es dentro de 15 días, el sábado 24, si no mal recuerdo. Sí, es sábado 24, dentro de dos semanas, y será impartida por la doctora Fabiola Escobar Moreno. Ella también es egresada de nuestro programa, egresada distinguida, al igual que Silvia, ella es quien ganó el premio a la mejor tesis de doctorado del Instituto Politécnico Nacional, lo cual para nuestro posgrado es muy importante y creo que será de mucho interés para todos ustedes al igual que todas las charlas anteriores del día de hoy, para poder continuar con este ciclo. Les agradezco a todos su atención, Silvia, particularmente a ti, y con esto cerraríamos la charla del día de hoy.

Nos estamos viendo. Muchas gracias. Hasta pronto.

## 2. Estudio de las energías renovables como en la formación profesores.

*Dr. Diego Fernando Becerra Rodríguez*  
*Universidad de La Sabana*

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Sean todos muy bienvenidos a esta ya nuestra quinta sesión del seminario de charlas de física educativa de este semestre B 23. Y el día de hoy, para mí es un particular gusto, orgullo, presentar a nuestro ponente del día de hoy, el doctor Diego Fernando Becerra Rodríguez. Él nos acompaña desde la Universidad de La Sabana, en Bogotá, Colombia. Y bueno, para mayores señas, Diego es uno de los iniciadores de este ejercicio hace ya tres años y Diego es licenciado en Física, pero más allá de eso, sin demeritarlo, es orgullosamente egresado tanto de la maestría como del doctorado en Física Educativa con nosotros en CICATA. Él, derivado de estos estudios que cursó con nosotros, se hizo acreedor al premio al Mejor Desempeño en el posgrado en el nivel doctoral, obtuvo un premio por parte de CONACyT como la mejor tesis de doctorado en su momento. Y es alguien muy trabajador, que aporta mucho en nuestra disciplina. En este momento se encuentra en la maestría en Innovación Mediada por TIC, si no mal recuerdo, Diego.

**Dr. Diego Fernando Becerra Rodríguez:** Señor, Innovación Educativa Mediada por TIC.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Innovación Educativa, perfecto. Y es alguien muy activo en la comunidad. Y sin más, repito, es alguien del grupo autodenominado los CICATA Boy's, que me honro en pertenecer con ellos también y colaborar. Y pues nada, Diego, muchísimas gracias por aceptar la invitación el día de hoy. Y bueno, el espacio es tuyo. Adelante.

**Dr. Diego Fernando Becerra Rodríguez:** Gracias a ti, como siempre, por la hospitalidad, por la cordialidad, por ser el director de orquesta de estos CICATA Boy's y como la persona que tanto nos ha motivado también a trabajar en todos estos aspectos. Como lo mencionaba el doctor, orgullosamente egresado del Politécnico, tanto de maestría como de doctorado, donde hemos logrado obtener diferentes reconocimientos y recoger el fruto de ese esfuerzo que vamos trabajando entre todos, porque finalmente somos todos comunidad. Entonces, ¿de qué vamos a hablar hoy? De las estrategias que actualmente en la investigación he venido moviéndome o que de hecho todavía estoy como los primeros pinitos, y es que sí hemos encontrado en la literatura académica y en la investigación que el estudio de las energías renovables no es incipiente, sino está relativamente profundizado en

términos de las cuestiones técnicas, tecnológicas de las mismas fuentes u obtención de energía de forma renovable. Pero consideramos que, si bien están los aspectos técnicos, en algunos aspectos de ingeniería o de ciencia más aplicada, no hemos encontrado a lo largo de un ejercicio de revisión bibliográfica que sea un fuerte en la formación de profesores. En nuestro caso, profesores de física o profesores de ciencias naturales, o de pronto alguna rama del conocimiento que intente aportar como de pronto a esa preservación o a ese cuidado del medio ambiente.

Por eso, digamos que, dentro de la charla, quería comentarles lo que nos ha llevado a plantear esta parte y es el estudio de energías renovables en la formación de profesores en distintos niveles: pregrado, que sería la formación profesional, incluso en escuelas normales, maestría o doctorado. ¿Cómo surge este interrogante? Porque igual ahorita estamos en interrogantes y es reconocer que los problemas y situaciones relacionados con el cambio climático nos afectan a todos como sociedad y que estas situaciones, junto con la emisión de material particular a la atmósfera y el equilibrio de la naturaleza, consideramos que han ganado una importancia y una preocupación para múltiples comunidades en los años, comunidades científicas, educativas, las mismas comunidades sociales, entornos, barrios y diferentes organizaciones. Y esta problemática ambiental se hace evidente para todos en la sociedad, con el aumento de las temperaturas, el aumento de las lluvias y con el aumento de las lluvias, en su caso, y dependiendo de la ubicación geográfica, se puede dar también el aumento de enfermedades de aumento de población de insectos que, por ejemplo, pueden divulgar o pueden llevar, no sé, dengue, chikunguña o enfermedades tropicales a la sociedad. Y, además, estas emisiones de los gases de efecto invernadero son las mayores responsables del proceso acelerado del cambio climático.

Y esto nos constituye, de manera ambiental, uno de los mayores retos que enfrenta la sociedad actual, independiente del tipo de sociedad. Y consideramos que a pesar de que nos afecta como sociedad, algunas personas no perciben o todavía aún, a pesar de múltiples esfuerzos, desde los gobiernos, desde las entidades públicas, privadas, algunas personas todavía no perciben las problemáticas ambientales de su entorno y todavía no percibe cuál es su rol en él o su rol en esta problemática ambiental. Como que no la ven, como que no la interiorizan. Y esto constituye el hecho de que esas mismas personas no son conscientes de que sus actos cotidianos tienen efectos ambientales en toda la naturaleza. Y esto nos invita a pensar que, para atender una problemática ambiental, primero debemos reconocernos como parte de esa problemática. No es reconocer como una problemática ajena y externa, sino reconocerla y reconocernos como parte de ella. Y eso nos implicaría estar dispuestos y asumir posturas críticas para conocer esa problemática y actuar de manera eficiente para ayudar a solucionar como parte de la sociedad. Teniendo en cuenta toda esa problemática ambiental, desde múltiples en torno o sectores, sí han surgido estrategias para desmitigarlas.

Y esa problemática ha hecho que en múltiples ciudades del planeta se establezcan estrategias de implementación de energías alternativas, transformando las formas de suministro energético a un suministro más energético y a la adaptación de la vida cotidiana a los cambios naturales. Por ejemplo, en las ciudades costeras, aquí en Colombia y el Pacífico, cómo se ha elevado un poco el nivel del mar, lo que han hecho es construir casas un poco más altas, adaptando la vida cotidiana al cambio climático. Sin embargo, consideramos que esas estrategias no se deben centrar solamente en la adaptación, sino en el cambio y la resolución del problema. Otra estrategia, por ejemplo, que se ha dado acá en Colombia, es la construcción de plantas solares, con paneles solares, obviamente. Entre ellas, hay una que se llama El Paso, la cual tiene un estimado anual de producción de energía eléctrica de 177 giga watts, los cuales son suficientes para evitar la emisión anual de aproximadamente 100 000 toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Pero como les venía comentando, consideramos que estas estrategias para afrontar la realidad del cambio climático, consideramos que no solo se deben limitar a la adaptación de la vida cotidiana a este cambio, sino, por el contrario, tener conciencia del poco uso que le hacemos a las energías alternativas y como maestros y maestros en formación, desmitificar que su aprovechamiento, que el uso industrial o cotidiano de las energías alternativas, está fuera del alcance de cualquier persona, porque reconocemos sus beneficios ambientales, pero las consideramos ajenas o las consideramos lejanas a nuestro alcance.

Y entonces, estudios sustentados en las ciencias aplicadas convergen en la pertinencia del uso de las fuentes de energías renovables. Pero como les mencionaba, a lo largo de hacer un ejercicio de revisión bibliográfica, hemos encontrado que son pocos los estudios que abordan el uso de estas energías renovables en la formación de profesores, por lo pronto en Latinoamérica. Lo cual nos permite, como en todos los escenarios que hemos venido o que se fomenta dentro del programa y dentro de las charlas, más que mirar que sea un problema y quejarnos de él, verlos como una oportunidad de trabajo y una oportunidad de investigación. Entonces, estamos reconociendo que los estudios de las energías renovables y su la formación de profesores en Latinoamérica es bajo, encontramos una oportunidad de trabajo allí. Y entonces, sustentamos esta oportunidad de trabajo resaltando que la formación universitaria, a cualquier nivel o la educación superior, tiene una necesidad de incluir en su práctica procesos relacionados con problemáticas ambientales. ¿Por qué? Porque desde la educación se puede contribuir al fomento de conocimientos y al desarrollo de habilidades. Y los valores nos van a solucionar en esos problemas. Eso se puede realizar desde el desarrollo de investigaciones, actividades de enseñanza.

Y en este sentido, y reconociendo que el escenario educativo se constituye como un factor relevante en la solución y prevención de la problemática ambiental, estamos considerando la pertinencia de que en la formación de los futuros

profesores se dé un contexto y tenga un enfoque en la atención de problemáticas ambientales de su entorno. También que no se vea como un estudio de: “Sí, están los parques eólicos, los parques solares, las fuentes de hidrógeno, la hidroeléctrica, la termoeléctrica”, y que se vea de nuevo lejano, sino que sea un estudio contextualizado en la cual se soluciona o se aporta la problemática ambiental del entorno próximo del profesor que se está formando. Y entonces, estas energías alternativas son reconocidas como una respuesta eficiente al problema del cambio climático, con sus pros, con sus contras, porque cada una de ellas, al tener o gastar recursos de la naturaleza, tampoco quedaría como en términos de esa neutralidad. Pero siendo que o reconociendo que se reconocen como respuestas eficientes al cambio climático, reconocemos también que esas energías alternativas han sido exploradas desde el principio de la humanidad. El viento ha estado desde el principio de la humanidad, el calor como forma de energía, la energía del sol. Y en su momento, incluso se consideraban como la única fuente de abastecimiento eléctrico de energía. Entonces, una de las características más relevantes es la variedad de recursos y tecnologías que permiten el aprovechamiento de diferentes componentes naturales que se renuevan de forma constante. Y esto nos permite realizar aportes a la solución y a la transición de un modelo energético a nivel mundial que va a requerir transformarse en un modelo neutro en carbono y que esté basado en energías renovables o desde algunos referentes teóricos, energías alternativas. Por esto, en la formación de profesores, consideramos que es importante y relevante que se dé una articulación del conocimiento científico con prácticas reales, planteando la necesidad de reestructurar, de replantear los planes, de replantear los programas de estudios, los currículos y las actividades de aula o estrategias en sí del desarrollo de asignaturas, para que todo este conjunto micro, meso y macro curricular estén con una incidencia, tengan una incidencia directa en las mejoras de la formación en educación ambiental. Repito, reconociéndonos todos los sujetos, los profesores y nuestros estudiantes, como seres activos y partícipes en la solución de la problemática ambiental. Por esto, consideramos que los profesores en formación a cualquier nivel, y no propiamente o no únicamente profesores de ciencias naturales, física, química, biología, sino todos los profesores en formación, deberíamos recibir una educación enfocada en términos ambientales o en temas ambientales, con la esperanza de que en nuestro ejercicio profesional podamos hacer una promoción en nuestros estudiantes sobre prácticas o desarrollando prácticas educativas, prácticas innovadoras asociadas a la solución de esta problemática, mientras en nuestros casos aprendemos ciencias o de pronto hacer actividades de aula o de enseñanza y aprendizaje que promuevan las prácticas asociadas al problema ambiental, pero por ejemplo, también desde literatura, desde aprender artes, desde aprender cualquier rama del conocimiento. Entonces, reconocemos que dentro de los objetivos de la educación está la capacidad o, llevar a nuestros estudiantes a que desarrollen la capacidad de

reconocer la naturaleza de las problemáticas ambientales. ¿Pero para qué? Para luego estar en la capacidad de actuar como ciudadanos responsables. Y esto nos lleva a plantear justamente el otro escenario académico que mencionábamos al principio de la charla, y es la innovación educativa. Cuando buscamos transformar algo en la educación, y con la premisa de nuestro programa en la Universidad de La Sabana, que es Innovar para transformar y transformar para mejorar, encontramos que todos esos procesos de innovación educativa, y en este caso, asociada al abordaje de las energías alternativas con profesores en formación, nos puede también hacer un “mix” y nos puede conducir a mejoras en la calidad del aprendizaje, con el desarrollo de nuevas metodologías y tecnologías. También nos permite, por ejemplo, tener o aportar a la personalización del aprendizaje con ritmos y contenidos adaptados a las necesidades y habilidades de cada uno de nuestros estudiantes. También nos va a permitir tener una flexibilidad y una accesibilidad distinta con distintas modalidades de formación.

Nos va a permitir también con nuestros estudiantes y para nuestros estudiantes, el fomento de habilidades para el siglo XXI y el trabajo en equipo. Aquí yo las nombro habilidades para el siglo XXI, en algún momento, desde algunos referentes bibliográficos, suelen referirse a estas habilidades como habilidades blandas. Y no es mi intención entrar en este debate académico de si se deben llamar blandas o para el siglo XXI, o son blandas porque las duras son otras y son más blanditas que otras, o hay una blanda y otra dura. Realmente, hasta allá, digamos que no va mi intención de esta presentación académica, sino a hablar que justo este ejercicio de aprendizaje y de fomento de habilidades en el impacto ambiental formación de profesores, nos permite también hablar del trabajo en equipo y habilidades para el siglo XXI, fomentando, por ejemplo, el aprendizaje colaborativo y el aprendizaje cooperativo, además de obtener una actualización de los procesos, en nuestro, en la formación de profesores. Y todo esto nos lleva a un conjunto, a un “mix”, de cómo la innovación en la educación nos va a cambiar la conversación en este aspecto. Para poder hacer abordaje de la formación de profesores con criterio y aprendizaje en energía renovable, no basta solo con que algún profesor quiera dar el paso, sino que se requiere de un trabajo en conjunto con la unión de voluntades de la tecnología, de la innovación, de la educación, de la misma enseñanza y de aprendizaje, en nuestro caso de la Física.

Pero que debe ir acompañado de, por ejemplo, el gobierno escolar. Es decir, es relevante, un factor fundamental, la dirección de la institución, del currículo, de los procesos educativos y el plantear o el desarrollar nuevas metodologías o modalidades de aprendizaje. En aras de hacer este ejercicio, que en su momento comenzó como con esta indagación, con esas oportunidades y con esas cuestiones, hemos establecido estas dos ecuaciones de búsqueda para buscar la redundancia, para buscar en bases de datos tipo Scopus y Web of Science qué referentes hay y cuál es la literatura en términos de la formación de profesores con uso de energías

renovables. Hemos colocado, luego de varios ejercicios, Environmental Competencies or Environmental Skills or Environmental Competence and Teacher Los resultados no han salido tan relevantes, pero justamente nos ha llevado a construir o a plantear este ejercicio de formación de profesores con criterios y con pensamiento crítico en impacto ambiental. Como base de ello, y como unos primeros ejercicios de investigación, hemos logrado publicar varios papers, realmente dos. Uno, en una Universidad chilena, en una revista chilena que se llama Formación Universitaria, en el cual justamente hablamos del aprendizaje colaborativo en el estudio de las energías renovables como un camino hacia la formación de profesores, donde logramos implementar una primera estrategia de impacto ambiental, de preservación de medio ambiente con profesores en ciencias, construyendo una celda de combustible, que básicamente es un dispositivo que permite transformar energía química en energía eléctrica por medio de una separación de electrones al átomo de hidrógeno.

Y también aquí con la Universidad de La Sabana, el año pasado en LASERA, logramos presentar con nuestros estudiantes de pregrado, estrategias de aprendizaje basada en problemas y de realidad aumentada como aproximación al estudio de las energías renovables también en formación de profesores. Y si nos fijamos, tenemos como un factor común, que es como una estrategia, metodología, que se puede reconocer en un primer ejercicio como aprendizaje colaborativo y en otro como aprendizaje basado en problemas.

Pero como la cuestión también desde la maestría es, y no solamente hacerlo por hacerlo, sino por aprovechar las ventajas de las TIC, en este caso vinculamos también realidad aumentada. Entonces, vemos como un “mix” de tecnología, de educación, en este caso aprendizaje basado en problemas, pero con un estudio disciplinar de energía renovables hacia la formación de profesores. También con nuestros estudiantes en aras de ir construyendo como estos elementos de tecnologías, hemos construido como una serie de infografías en la cual primero estamos indagando cuáles son las diferencias entre las energías renovables y no renovables que está en la literatura académica o va a estar en los papers, va a estar en libros, pero queremos sintetizarlo a infografías con textos cortos y con más uso de imágenes.

Entonces, encontramos acá el desarrollo de uno de nuestros estudiantes, donde reconoce que son las fuentes de energía. Nuestros estudiantes son maestros en formación, donde, por ejemplo, reconocen que son las formas de energía, que es la energía termoeléctrica, energía hidroeléctrica, las eólicas. Y digamos que primero tenemos como el ejercicio de reconocerlas, pero, por

ejemplo, les planteamos a ellos: Si van a ser futuros profesores, ¿qué implicaciones tiene la enseñanza y el aprendizaje del uso de estas energías en la educación en ciencias? Hemos encontrado respuestas muy interesantes, como que, como profesor de ciencias, es necesario, ellos reconocen la necesidad de enseñar a los

estudiantes cómo funcionan los diferentes recursos naturales y cómo se pueden aprovechar esos recursos. Y, además, ven necesario que se reconozcan cuáles son las fuentes de energía y sobre todo, ¿cuáles son las ventajas y las desventajas de cada una de ellas? ¿Por qué? Porque en algún ejercicio hablábamos y mirábamos la energía, digamos, acá, la termoeléctrica, que se aprovecha del calor del interior de la tierra para aumentar la temperatura de un fluido y con el vapor mover una turbina. Pero entonces, por ejemplo, mirábamos que esta puede tener también un pero un impacto ambiental también negativo, porque con el desprendimiento de este calor, de esos vapores, puede salir, por ejemplo, vapor de azufre.

Entonces, ya no estamos emitiendo la atmósfera, no solamente  $\text{CO}_2$ , sino también azufre, en aras de conseguir energía eléctrica técnicamente limpia. En los debates hablábamos, por ejemplo, que, en las hidroeléctricas, a pesar de su buen potencial y que el agua fluye por unas turbinas, pensábamos y mirábamos, ¿y qué pasa con el ecosistema alrededor de esa planta hidroeléctrica? ¿Qué sucede con las comunidades de peces, con de pronto de algas? ¿Será que es necesario desviar el río? ¿No es necesario desviar el río para construir la hidroeléctrica?

Por ejemplo, en la eólica, al ser paneles demasiado altos, ¿qué pasaría con las aves alrededor de ese ecosistema? Entonces, hemos hecho como un ejercicio, por ejemplo, en los paneles solares, ¿y qué pasa con la obtención de recursos de silicio, de galio y como todos estos materiales necesarios para construirlas? Otra pregunta que se les plantea a los estudiantes es que si considera que construir dispositivos de energía renovable es costoso y que por ese motivo no es posible abarcarlos en la escuela. Ya nuestros estudiantes, que son maestros en formación, reconocen que no es algo imposible y que los dispositivos de energía renovable se pueden construir con elementos de bajo coste.

Esto también, de pronto, no con fines industriales, pero sí con fines demostrativos, y demostrativos a gran escala, que pueden aportar a la formación de la sociedad. Y para fines educativos, estos dispositivos se pueden construir a partir de elementos, por ejemplo, electrónicos también reciclados, y eso nos va a permitir comprender de una mejor forma el funcionamiento de estos dispositivos. Esa sería como con base en la propuesta y la dinámica de las charlas, como la presentación de también no solamente lo que estamos haciendo, sino lo que estamos reconociendo como oportunidades de impacto de investigación en nuestra área.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Perfecto, Diego, muy interesante. Y curiosamente, este semestre creo que no habíamos tenido una charla sobre formación de profesores y tenerlo sobre un tema específico como pretexto para la formación del profesor es bien interesante. Pero bueno, tú y yo nos podemos quedar platicando días y entonces prefiero abrir el debate. Ya conocen la dinámica de las charlas, entonces podemos empezar con preguntas, comentarios, sugerencias de todos ustedes, compañeros. Y no sé si alguien quiera comenzar con alguna

pregunta, algún comentario para aprovechar al doctor Diego. Adelante, por favor, Edgar.

**Maestro Edgar Camacho:** Muchas felicidades, Diego, de realmente muy interesante. Incluso me parece a mí muy interesante tu plática, porque justo en la Facultad de Ingeniería, donde estoy trabajando yo acá en Sinaloa, acaban de integrar la carrera de Ingenierías en Energías Renovables. Entonces, igual los profesores que están ahí, sería muy interesante ver esta parte en la formación de esos profesores, porque realmente los profesores que están ahí, ninguno de ellos es ingeniero en Energías Renovables, sino que son de diversas carreras.

**Dr. Diego Fernando Becerra Rodríguez:** Y algo que me llamó también la atención, por ahí mostraste un paper que hablaba de aprendizaje basado en problemas y realidad aumentada para energía renovable.

**Maestro Edgar Camacho:** No sé si nos lo podrías compartir ese paper. Igual yo estoy en mi trabajo de tesis, estoy trabajando con esas dos herramientas.

**Dr. Diego Fernando Becerra Rodríguez:** Claro que sí. Y, Edgar, cuando hacías tu comentario, me transportó a lo que hablábamos alguna vez y es: Nos pasó lo mismo dentro del programa, ¿no? Porque en su momento, los profes del programa de física educativa, ninguno era físico educativo. Primero fuiste tú, ¿no? Sí. Entonces, creo que sucede algo similar y son profesores o ingenieros de varias especialidades que ahora van a formar ingenieros en energías alternativas o en energías renovables. Claro, pues era una primera necesidad de atenderlo de esta forma, pero creo que también es como una invitación para que cuando los estudiantes y futuros egresados de ingeniería en este tipo de energías, aporten a la comunidad también desde el conocimiento que han tenido como estudiantes, desde su formación.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Listo. Gracias, Edgar. ¿Te queda claro?

**Maestro Edgar Camacho:** Sí, muchas gracias.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Muchas gracias también, Diego. Gracias, Edgar. Adelante, doctor Luis, por favor.

**Dr. Luis Cuauhtémoc Gil Cisneros:** Sí, muchas gracias, doctor Mario. A mí me parece muy interesante lo que Diego nos comparte. Quiero empezar con una primera anécdota para plantear una pregunta. Cuando yo era estudiante de física,

yo estudié física en el Politécnico Nacional, junto con otro compañero y un profesor, propusimos que se incluyera en el plan de estudios la materia de Historia o la de Problemas socioeconómicos de México. El resultado de eso fue el rechazo de la comunidad, compañeros que nos dijeron: Ustedes están buscando obtener créditos de alguna forma muy fácil, y el profesor salió de la escuela, ya que tuvo un rechazo más fuerte de sus colegas, en ese momento, profesores. Y me da mucho gusto ahora que tú planteas, ya después de 30 años o algo así, de lo que me ocurrió a mí, una reestructuración, repensar nuestros planes de estudio. Digamos que lo enfocas en los temas ambientales, pero igual es uno de los problemas, ya ni siquiera de un solo país. Pero planteas también, que me parece relevante y que a veces en la práctica docente se nos puede llegar a olvidar, y más que se nos olvide de manera individual, creo que, de manera institucional, que es la formación de buenos ciudadanos, de ciudadanos que participen para el bien de su sociedad circundante o si se puede ir más allá de la sociedad global.

Entonces, este planteamiento me parece imprescindible importante, porque sí hay trabajo que hacer por ahí. Y particularmente en lo que tú mencionas, el ejemplo que nos has mostrado, me surgen dos preguntas. Uno, ¿de qué nivel educativo son los profesores a los que ustedes se están formando? Y segunda pregunta, si ya ha habido oportunidad en términos de la formación de esos profesores y la práctica docente de ellos mismos, si ha habido oportunidad de observar en la práctica docente de a sus alumnos, ¿cuál ha sido el efecto sobre sus propios estudiantes?

**Dr. Diego Fernando Becerra Rodríguez:** Primero, con quién hemos venido trabajando más en nivel de pregrado. Entonces, en Colombia, cuando te formas como profesor de física, lo llamamos licenciado en física. A diferencia de México, que licenciado en física es el profesional en física aplicada. Entonces, lo hemos trabajado todo con profesores de pregrado, o sea, personas que se forman como profesionales para ser profesores de física y de Ciencias Naturales. Hemos trabajado en dos universidades, en una primera universidad, que es la Universidad Pedagógica Nacional, que se encarga de formar profesores netamente como escuelas fuera de estudio, y en la Universidad de La Sabana. ¿Qué hemos encontrado? Hemos encontrado que ellos han iniciado con un ejercicio crítico de seguir implementando ese tipo de estrategias y buscar el funcionamiento y las ventajas y desventajas de las energías alternativas. Dentro de eso hemos visto, cuando ellos ven, por ejemplo, cuando particularmente el montaje de la de combustible que obtiene hidrógeno para producir energía eléctrica, ellos, por ejemplo, resaltaban comentarios como que era interesante el funcionamiento y poder comprender desde su formación las aplicaciones industriales y educativas. Digamos, por ejemplo, también mencionaban dispositivo, sino que también, por ejemplo, reducen otro tipo de contaminaciones como la auditiva asociadas a otras formas de obtención de energía.

Realmente, por ejemplo, en ese caso particular, viera un complejo como la obtención del hidrógeno, porque a veces es más lo que se gasta obteniendo hidrógeno por medio de la hidrólisis que lo que se obtiene como energía. Pero en general, lo que hemos reconocido es una disposición de esos profesores que están en formación para replicar ese tipo de ejercicios ya en su ejercicio profesional.

**Dr. Luis Cuauhtémoc Gil Cisneros:** Y sobre los estudiantes de ellos, ¿si ha habido oportunidad de que ellos mismos reciban este tipo de información?

**Dr. Diego Fernando Becerra Rodríguez:** No, no hay información, ahorita estamos incidentes.

**Dr. Luis Cuauhtémoc Gil Cisneros:** Okey, muchas gracias. Muy buen esfuerzo.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Gracias, doctor Luis, muy interesante. Y aquí me gustaría tomar la palabra para un comentario y tal vez un par de preguntas, Diego, aprovechando. Creo que nos metes un poco de ruido, si se vale el término, porque estamos aquí en el área, ya desde hace un tiempo, y sabemos ese eterno debate cuando la formación de profesores o incluso la formación de estudiantes a cualquier nivel, de ¿qué es lo más importante? ¿la parte pedagógica o la parte disciplinar?

En el caso de nosotros, ¿qué es más importante? ¿Saber enseñar física o todo lo que hay alrededor de la pedagogía, la didáctica o saber física en sí? Ese es un debate que sigue. Y digo que nos introduces algo de ruido, porque ahora hay un, creo yo, y sería como una primera pregunta un elemento nuevo. Es decir, tenemos la formación del profesor de la parte pedagógica disciplinar. Y ahora, la parte de cómo impacta esto directamente, en este caso, lo que tú presentas en la formación del medio ambiente, etcétera. Pero yo lo pondría en un escenario un poco más amplio del impacto que tiene en el contexto donde se va a desarrollar el profesional, el profesor. Si es así, me gustaría que lo ahondaras.

Y una segunda pregunta, y ahí va con un poco de maldad, si quieres verlo por este término. Tú eres egresado tanto de la maestría como del doctorado nuestro. Y bien sabes que este tercer elemento no lo tenemos aún contenido en ninguna de las cuestiones. Tú, como egresado distinguido del programa, ¿qué propondrías para nuestros programas en este sentido de lo que tú nos presentas? No sé si fui claro.

**Dr. Diego Fernando Becerra Rodríguez:** La primera, yo creo que la respuesta es mantener el equilibrio. ¿Por qué? Porque si sabemos mucha física, pero no somos buenos maestros, no estamos cumpliendo nuestra función principal de querer enseñarla. Ahora, puedo tener muchas habilidades de enseñanza, pero si no manejo la parte conceptual, procedimental y experimental al nivel que lo voy a

enseñar, también estoy como fregado. Entonces, nomás con esos dos primeros escenarios, lo primero es mantener un equilibrio. Y introduciendo ahora esta nueva de sostenibilidad y impacto ambiental, yo diría es que eso no se nos incline la balanza ni para un lado ni para el otro, sino netamente tener un equilibrio entre los tres. Buenas habilidades y competencias en términos de la ciencia, de la física, en nuestro caso, habilidades adecuadas, pertinentes y con buenas competencias en la enseñanza. Y ahora, con el reconocimiento de que mi de que mis acciones van a impactar en el medio ambiente y mantener un equilibrio entre esas tres. Y respecto a la segunda, aunque no lo tenemos, se podría abrir incluso una línea de investigación de trabajos en esa línea, en ese aspecto, asesorando estudiantes, haciendo primero, como el profesor le mencionaba, lo primero que hemos venido haciendo es como el mapeo de qué estrategias se han venido desarrollando con profesores en Latinoamérica y es muy bajo.

Entonces, de pronto, eso para el programa, tanto con maestría como de doctorado, desde mi visión como ya como egresado, es que tendríamos la oportunidad de plantear una línea de investigación en la cual, además, no hay mucho, por lo menos en Latinoamérica.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Claro, es complicado porque si los físicos somos, como lo comentaba el doctor Luis hace rato, reacios a introducir este tipo de visiones o de orientación hacia la parte disciplinar, los profesores tampoco es que sean muy receptivos a introducir, como tú decías, las habilidades del siglo XXI, llamémosle blandas, como sea. A veces nos cuesta trabajo. Entonces, sí es importante tratar de ir desarrollando esta línea de investigación, porque es lo que nos va a pedir la comunidad. Y si nos quedamos únicamente en primera ley de Newton, segunda ley de Newton, en tercera ley, ejercicio y examen, no tendremos un real impacto en la formación de estos chicos que queremos que después impacten en la sociedad. Creo que va por ahí, ¿no?

¿Alguno más? ¿comentarios? ¿sugerencias? Aprovechemos aquí la experiencia de Diego. Incluso, si gustan, preguntarles sobre su papel como egresado del programa, porque eso también es importante, el impacto que ya estamos teniendo como egresados en los diferentes ámbitos donde nos desarrollamos. Es decir, no es un grado que esté ahí colgado en la pared, sino que se está ejerciendo la física educativa.

**Dr. Diego Fernando Becerra Rodríguez:** Digamos, lo que siempre les he dicho o cuando hemos tenido la oportunidad de compartir con algún estudiante y es: Aprovechen las oportunidades que nos ofrece el IPN. Por ejemplo, estaba recordando, hace poquito me llegó la notificación, hace 10 años, en 2013, cuando era estudiante de maestría, obtuve el reconocimiento porque simplemente me dio por participar en el concurso de Ensayo de Innovación Educativa, que es un

concurso anual que hace el IPN para los estudiantes. Y ahí me di cuenta de que es posible participar y que además es posible ganar. Entonces, realmente, como egresado del programa, una de las primeras sugerencias y recomendaciones que les podría hacer a todos los estudiantes es: Presente hacia cuanto concurso salga, que lo peor que puede pasar es que digan que no, y con eso no se va a acabar el mundo. Entonces, en su momento me presenté y obtuve el reconocimiento de Innovación Educativa Interna en el Politécnico. Luego, cuando acabamos esa maestría, encontramos por ahí en la publicidad el Certamen Nacional de tesis, que la premió el CONACyT como segunda mejor tesis en la rama de capacitación avanzada a nivel de México, y luego el reconocimiento como estudiante distinguido de posgrado.

Entonces, de pronto mi primer y mayor consejo es aprovechar todo este tipo de convocatorias, que lo peor que puede pasar es que digan que no.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Claro, sí. Y en eso hemos coincidido porque ya son varios estudiantes. La Dra. Diana López también ganó la parte de ensayo y creo que ha habido algunos otros estudiantes. Pero, Eduardo, ¿tenías levantada la mano? Por favor, adelante.

**Maestro Eduardo Aguilera:** Súper. Primero, agradecerle al doctor Diego por su presentación bastante interesante. Y mi pregunta iba dirigida más a la transición de hacer la maestría en el IPN y luego irse al doctorado. ¿Cómo fue ese paso? ¿Hay que volver a postular para el doctorado o en el desarrollo de la maestría se abre alguna especie de programa de continuación? Esa es la pregunta.

**Dr. Diego Fernando Becerra Rodríguez:** Esa Creo que más para el doctor Mario, porque no sé cómo estén las cuestiones administrativas, pero, por ejemplo, algo también que resalto, y es que cuando hicimos el ciclo de maestría para doctorado, y eso que no nos conocíamos porque estaba Johnny Medina en Chile, Diana López en Guanajuato, Luis Santana en Guadalajara, Soraida Zúñiga en San Luis Potosí y reconozco por allá Diego de Bogotá. Y aparte de todo, fue como muy bonita la experiencia, porque a pesar de que nunca nos habíamos visto, logramos hacer como una especie de camaradería, de camaradería académica, que además fue liderada por el doctor Mario, y como que hicimos una amistad, una amistad muy bonita y continuamos todos el ciclo. Eso desde mi punto de vista y que fue necesario volver a hacer el proceso, pero no sé cómo estén ahorita las cuestiones ahí administrativas. Te puedo decir, en nuestro caso, y que somos los que nos conocemos, nos autodenominábamos con nuestro “sensei”, nuestro líder. Entonces, fue una experiencia bonita, porque aparte de lo académico, y a pesar de que no nos habíamos visto nunca en persona, hicimos una amistad muy bonita.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Claro. Bueno, la primera parte, la parte burocrática. Sí, en efecto, tú terminas el programa de maestría, te gradúas y tienes que volver a aplicar para el ingreso al programa. Claro está que sin ser obligatorio o sin ser una norma, sí lleva cierta ventaja con respecto a los que no han hecho el programa de maestría, con nosotros ¿Por qué? Porque te conocemos o porque la propuesta de anteproyecto que se tiene que presentar, en no pocas ocasiones resulta ser una continuación y donde se profundiza la investigación que se hizo en la maestría. Pero sí se tiene que aplicar y, por ejemplo, en este proceso de este año hay tres que egresaron de la maestría y están aplicando al doctorado, y el proceso es el mismo, es decir, tienen que presentar un examen psicométrico, aprobar el curso de propedéutico, presentación de anteproyecto y tener las habilidades aprobadas del inglés, que se requiere haber aprobado las cuatro habilidades. Y sí hay que hacer todo ese proceso. Entonces, esa sería por ese lado. Y lo que comenta Diego, sí me parece importante, más allá de la amistad que se da entre los compañeros, entre los egresados, que de hecho esa fue una de las razones de organizar este ejercicio, que los egresados nos conociéramos y supiéramos qué seguimos haciendo, es de formar redes de clase de colaboración.

Y algo que hemos hecho es, por ejemplo, necesito validar un instrumento y a veces se nos es complicado, pues con los colegas egresados del programa se los puedo mandar y creamos una red de colaboración donde tú aplicas en tu institución, etcétera. Ya hemos empezado a tener que nuestros propios egresados están como colaboradores nuestros asesorando algunas tesis del propio programa. En este momento, Diego está asesorando una tesis de doctorado acá con nosotros, igual la doctora Diana López ya dirigió una tesis, el doctor Johnny Medina lleva dos, el doctor Carlos Arriaga lleva dos tesis también. Entonces, es crear, como que eso es la parte importante de este ejercicio. No sé si haya respondido Eduardo.

**Maestro Eduardo Aguilera:** Sí, súper. Muchas gracias. Bueno, de hecho, yo tuve la fortuna de conocer a la doctora Diana hace un par de semanas. Cierto. Andaba en Chile en un congreso de educación científica y nos encontramos por mucha curiosidad y en el sur de Chile. Ella estaba presentando un poster y una ponencia y me llamó la atención su poster. Le comenté que estaba haciendo la maestría en el en el CICATA, y ahí me dijo: Yo hice el doctorado ahí y estuvimos todo el congreso hablando sobre la maestría.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** También es creadora de este espacio y una persona muy estimada por nosotros. Gracias. Adelante, doctor Luis, por favor.

**Dr. Luis Cuauhtémoc Gil Cisneros:** Hay un viejo principio que dice que lo que es abajo es arriba y lo que es arriba es abajo. Me parece que el doctor Diego tiene una plática muy en el buen sentido de que ya como doctor, como científico, a veces la

obligación es mover y cambiar cosas. Entonces, mi pregunta es, tú como egresado de la maestría y doctorado en Física Educativa, ¿tendrías algún planteamiento de mejora o de cambio, usando tu palabra reestructuración, de nuestros planes de estudio en este posgrado del Politécnico Nacional?

**Dr. Diego Fernando Becerra Rodríguez:** Bueno, me metes en camisa de 11 horas, decimos por acá. Yo creo que la reestructuración es necesaria en todo programa de una forma continua. ¿Por qué? Porque la sociedad y la tecnología han avanzado a pasos agigantados. Y si nos quedamos enseñando lo mismo de la misma forma, va a evolucionar la tecnología y la sociedad, pero no la educación. Entonces, la respuesta es sí, Sí habría que hacer una reestructuración, pero esto no solamente en nuestro programa, sino en todos, y acoplándonos y adaptándonos a los avances tecnológicos. Miremos el boom de este año, la inteligencia artificial. Como en su momento, cuando se creó el programa, no se tenía de pronto conocimiento de ese tipo de tecnología, no se incluyó. Pero entonces, creo que la respuesta no sería ahorita por parte ni de nuestro programa ni por parte de ningún programa académico. Es como: No, no vamos a abordar inteligencia artificial porque no se contempló cuando estábamos formando el programa. No, no se contempló, pero ahora tenemos que darnos una adaptación.

**Dr. Luis Cuauhtémoc Gil Cisneros:** Y, por ejemplo, particularmente en lo referente a las habilidades blandas, que yo prefiero llamarles, justamente por ese dilema que tú planteaste o esa Digamos, discusión sobre los conceptos de blandos y duros, yo le prefiero llamar habilidades sociocognitivas. ¿Tú cómo crees que ahí tendríamos que trabajar más, digamos, desde la parte de la estructura de nuestro programa en el Politécnico?

**Dr. Diego Fernando Becerra Rodríguez:** ¿Cómo deberíamos trabajar más? Con el trabajo colaborativo. Y si tengo que hablar un poquito mal de la casa, por decirlo así, creo que eso también se debe dar desde los profesores, desde que cada uno trabaje no como islas, sino un trabajo también colaborativo y donde se fomente eso desde los mismos profesores del programa. ¿Cómo fomentarlo? Con actividades, independiente que sean virtuales o no sean virtuales. Entre nosotros, fíjate, vuelvo a recalcar un poquito como esa camaradería y como esa amistad, que justamente si nos llevan al desarrollo de esas habilidades, probablemente no tendríamos esos inconvenientes que nos comentabas ahorita de, es que el profesor también tiene su ego, entonces, ¿por qué cambia el programa si mi programa es el mejor? El profesor también tiene su orgullo, entonces, así lo hago porque así es y entonces lo resultan cambiando de unidad o saliendo de la institución. Entonces, realmente creo que todo se podría dar desde el mismo planteamiento de la formación, o sea, trabajar

un poquito más como fomentar el aprendizaje colaborativo entre nosotros como estudiantes.

**Dr. Luis Cuauhtémoc Gil Cisneros:** Sí, muchas gracias, Diego. Muchas gracias.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Gracias, gracias, doctor Luis. Y me parece un debate que tenemos que dar también. Ayer, con un chico de aquí de la licenciatura en Física de la Universidad de Baja California, me preguntaba ¿qué propondría yo para que mejorara la educación? Pequeña pregunta, ¿no? Entonces, yo insistía, y sin haberlo planeado con respecto al trabajo de Diego, a la presentación del día de hoy, que la formación del profesor es fundamental. Y esta formación del profesor pasa por tener acceso ¿cómo decirlo? disposición, más que acceso, tener disposición al cambio. Y, como decías, hay que pasar primero por los de casa. Es decir, como comentaba el doctor Luis, ¿qué haríamos con nosotros en CICATA? Pues también nosotros como profesores estar abiertos a introducir nuevas metodologías, los recursos más de punta en la enseñanza de la física, de la formación de profesores. Y aquí sí contaría una anécdota, creo que Diego se pasa de humilde. Pero, por ejemplo, él fue de los primeros que empezó a utilizar en su tesis las simulaciones PHET. Y fue muy polémico, porque incluso nosotros, el jurado que estábamos en ese momento, fuimos muy críticos con el uso de PHET y que se le denominara aprendizaje activo en ese momento.

Y se le criticó que eso no era aprendizaje activo, bla, bla, bla. Y creo que no pasaron ni un par de meses de que se había graduado Diego, y hablamos con uno de los grandes “gurús” de esto, que es David Sokoloff, y dijo: Sí, en efecto, el uso de simuladores y de tecnología también es aprendizaje activo. No era únicamente del uso del “minds on, hands on”, es decir, del uso de manos, de la manipulación del fenómeno, sino que se volviera activo el aprendizaje. Y ahí, también fue abriarnos nosotros. Tan es así que la tesis de Diego siguió versando sobre esto una continuidad, como comentaba hace rato con Eduardo, pero ya con un cambio de postura de los profesores. Entonces, sí, el ir introduciendo lo más reciente que hay, comentaba el doctor Luis, yo también soy egresado de la misma escuela de física que el doctor Luis, y apenas al día de hoy se están abriendo cursos todavía optativos, por ejemplo, de historia de la física, de didáctica, cuando en su momento, fue un rechazo monumental. Y concluyo algo que he platicado directamente con el doctor Luis y creo que espero no estar adelantando la próxima charla que es la de él.

Algo que, por ejemplo, en nuestro programa nos hace y que precisamente Diego, de manera no directa, pero se ha comentado, cuestiones de política educativa. Creo que también necesitamos, por ejemplo, la formación de físicos educativos empezando en nuestro programa. ¿Por qué? Porque estamos sometidos a ello y

tenemos que saber cómo manejarlo desde el punto, incluso, de vista teórico. Pero esa sería mi visión en general. No sé si quisieras comentar algo al respecto, Diego.

**Dr. Diego Fernando Becerra Rodríguez:** No, yo creo que vamos en la misma línea. Efectivamente fue un poquito como traumático en su momento cuando se vinculó tecnología y estábamos... Pero fíjate que era un debate académico que resultó siendo bonito. O sea, como que cada uno defendía sus posturas académicas y resultó siendo que sí se podía vincular las TIC para hacer aprendizaje activo. Y ya, como que ahí quedó, se aprendió y se vinculó y no nos centramos en quién había tenido razón o no. Y yo creo que se trata también un poquito de eso. Y es decir como: Yo tenía razón, pero seguimos. O: Tú tenías razón, pero seguimos. Nos adaptamos. Es como también adaptarnos a ese cambio tan turbulento que da la sociedad.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Claro, claro. Y si nos vamos al anecdotario, hemos tenido de anécdotas en el programa que nos hemos tenido que ir movilizándolo. Una última de otro de los chicos de la propia generación de Diego, Gabriela Nieto, que ella como maestra de preescolar fue muy polémico que se le diera ingreso al programa, porque el claustro comentábamos: Bueno, ¿cómo física para niños de preescolar? ¿qué vamos a hacer aquí? ¿qué le vamos a poner a hacer aquí a ella? Y resultó que pudo ingresar y ha tenido éxito. Tan es así que se han seguido graduando profesoras de preescolar. Hace un par de semanas se doctoró la ahora ya doctora Carolina García, que es maestra de primaria, con trabajos muy importantes y bonitos, que están haciendo un aporte a la disciplina. Entonces, yo creo que estar dispuestos al cambio, básicamente creo que eso es importante, y discutirlo. Como dice Diego, no quedarnos en: Yo creo esto, yo estoy seguro de esto, porque si no nos quedamos en que seguimos investigando la rueda, por ahí como sale en Facebook. Compañeros, no sé si tengan más comentarios, sugerencias. Como ven, no únicamente sobre el tema de Diego, aquí por eso son charlas, podemos charlar de lo que a ustedes les interese con respecto, claro, a este tema. No sé, Diego, si quisieras comentar algo para ir cerrando la charla.

**Dr. Diego Fernando Becerra Rodríguez:** Darles como siempre, la gracia a ti por la invitación, a todos los compañeros, que realmente cualquier cuestión que lleguen a necesitar, tiran el contacto por parte del doctor Mario. Agradecido, siempre amando al IPN, siempre amando al CICATA. Aprovechen las oportunidades como estudiantes, porque salen y cada vez van a salir más porque el programa cada vez se ha posicionado de una mejor manera. Entonces, darte las gracias a ti y a todos por la audiencia, por esos buenos comentarios acerca de lo que estamos iniciando en la investigación, porque apenas se está iniciando.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Muchas gracias, Diego, y siempre la buena disposición. Nuevamente, hacer énfasis en ejemplificar que un egresado nuestro regresa y nos retroalimenta de lo que hay más allá afuera de nuestro programa. ¿Para qué le ha servido? ¿Qué mejoras pueden proponer? Y eso creo que es muy importante. Por ejemplo, allá, Eduardo, tú también allá en Chile tienes directamente a la Dra. Leonor Huerta, que también es egresada distinguida. Entonces, bien hemos podido tener muy buena retroalimentación. Y bueno, pues agradeciéndoles.

**Dr. Diego Fernando Becerra Rodríguez:** Como un físico educativo, llega a ser director de una maestría en innovaciones educativa mediada por TIC, que uno diría en su momento como por qué. Pero justamente esa vinculación de las TIC para la enseñanza de la física fue la que me abrió como ese mundo de, en su momento, como les comentaba ahorita, me el mundo de la innovación y ahora, gracias a Dios, estamos allí.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Perfecto. Y creo que queda a pie, incluso para la presentación de la siguiente charla, porque algo que comenta Diego y me parece también muy importante, nuestros egresados se han ido colocando muy bien. Diego es un ejemplo, ya comentó que él está coordinando la maestría por allá. Está el caso del doctor Johnny Medina, que ha sido director del Instituto de Especialidades Pedagógicas de la Universidad Austral de Chile. El caso de la doctora Soraida Zúñiga, que es jefa del Departamento de Física de la Facultad de Ingeniería de San Luis Potosí. Es decir, hay que ir impactando también en este tipo de espacios ¿Y por qué comento que me sirve para dar pie a la siguiente charla? Es invitarlos para el día 16 de diciembre, que es nuestra sexta y última charla de este semestre. Y vamos a tener un cierre de lujo, aprovechando, incluso aquí está nuestro próximo expositor, el doctor Luis Gil, de la Secretaría de Investigación y Postgrado del Politécnico. Es decir, vayan preparando sus preguntas. Y el título de la charla es muy sugerente, es Crear Futuros a través del Postgrado.

Creo que también por ahí va encaminado alguno de los comentarios que hizo el doctor Luis. Y les dejo una pregunta, que la vayan pensando, también la pondré en la invitación que vamos a hacer. Y el doctor nos da una pregunta provocativa para su charla. ¿El científico también puede o debe participar en la toma de decisiones políticas? Ahí lo dejo. Entonces, creo que va a ser bien interesante. Y entonces, como saben, los esperamos el próximo 16 de diciembre a las 11 horas de la Ciudad de México, 12 horas de Bogotá, 14 horas de Santiago de Chile. Me parece que también de Santo Domingo, que nos acompañan de repente los estudiantes por allá, por este lado del horario del este, dos horas menos. Pero bueno, están todos cordialmente invitados. Les agradezco. Con esto, iré cortando la transmisión por YouTube, agradeciéndoles y muy buen sábado y nos vemos el próximo.

### 3. Actividades experimentales con materiales de bajo costo

*Dr. Carlos Israel Aguirre Vélez*  
*CICATA-IPN*

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Listo, ya estamos en línea. Y muy buenos días a todos y les agradecemos su asistencia a esta segunda sesión de nuestro seminario, “Charlas de Física Educativa” de este semestre B-23. Y para mí es un gran honor, un gran placer, presentarles y darle las gracias por haber aceptado nuestra invitación al doctor Carlos Aguirre Vélez. El doctor, él es físico de origen, maestro en ciencias con especialidad en óptica y es doctor en tecnología avanzada. Es profesor de nuestro centro, del Centro de Investigación de Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada y hoy en día es el subdirector de Investigación y Desarrollo Tecnológico. El doctor es incluso autor de libros para Enseñanza de la Física, ha sido profesor en nivel bachillerato y de Física, así que conoce todo lo que nosotros trabajamos. Es profesor también en el posgrado de Física Educativa y de Tecnología Avanzada. Actualmente, está trabajando con algunas cosas con nosotros, en particular tenemos por ahí algún par de proyectos que estamos trabajando. Y nos hablará sobre un tema que, aunque pareciera paradójico, pero poco hemos abordado en nuestro posgrado: La parte de actividades experimentales, lo cual, repito, puede parecer contradictorio para un posgrado en física educativa y nadie mejor que él, que es un experto en estas temáticas. Y nada, Carlos, agradecerte y el espacio es tuyo.

**Dr. Carlos Aguirre Vélez:** Gracias, doctor. Gracias por la invitación.

Me da gusto esta mañana compartir con ustedes algunas ideas que hemos experimentado, que hemos puesto en práctica y que nos parecen importantes, en el contexto de la situación que prevalece en los laboratorios escolares de nuestros países en Latinoamérica. Desafortunadamente algo muy común, y que es uno de los factores, creo yo, que hace que los muchachos tengan aversión a la Física es la situación en la experimentación de la Física: falta de materiales y equipos, laboratorios que están en condiciones poco dignas, prácticas aburridas para realizar, profesores poco capacitados, temarios extensos, etc. Esto provoca que la enseñanza de la Física se quede en la resolución de ejercicios, o problemas como ellos les llaman, en el que se centran en hacer un poco de álgebra bajo un modelo matemático físico, y terminar con un resultado numérico al cual hay que tener cuidado con las unidades de medida correspondientes. Es decir, la enseñanza de la Física, de manera general se ha centrado que los jóvenes obtengan una cierta habilidad para el uso de las ecuaciones o fórmulas.

Soy Técnico electricista por parte del CECYT #11 “Wilfrido Massieu”, estudié Física en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, en la Ciudad de México. Posteriormente, realicé estudios en la maestría en Ciencias con especialidad en Óptica en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, que se encuentra en Tonantzintla, Puebla. Y finalmente hice el Doctorado en Tecnología Avanzada en CICATA, Unidad Legaria, del Instituto Politécnico Nacional. También realice una estancia de investigación en la University of Minnesota y un posdoctorado en Florida State University.

Desde que me llamó la atención estudiar Física, a mí lo que me interesaba eran los fenómenos físicos. No tanto las teorías, las ecuaciones, o la vida de los científicos sino las actividades, los fenómenos, la experimentación. Por ejemplo, ver cómo cambiaba de color algo, cómo se equilibraba una cosa que parecía que iba a desequilibrarse, fenómenos de óptica, de mecánica, de fluidos, etc. Obviamente para entender a profundidad esos fenómenos se tiene que entrar a la teoría y a la herramienta matemática que va aparejada con ello. Pero en el fondo, para mí la Física se basa en experimentar con los fenómenos naturales.

Actualmente no me dedico a la física experimental, eso es un poco paradójico, yo ya me dedico más al uso de cómputo para cuestiones científicas. Mi área científica es hacer uso de las teorías de física cuántica aplicada a química, y eso da lugar a lo que le llaman química computacional, es decir al cálculo de propiedades fisicoquímicas de materiales. Y recientemente estudio los algoritmos de inteligencia artificial, particularmente, machine learning (aprendizaje de máquina), aplicados a diferentes problemas científicos en particular a la búsqueda de nuevos materiales a partir de bases de datos publicadas.

Sin embargo, en toda mi trayectoria profesional fui docente, y di clases de Física tanto a nivel licenciatura como a nivel bachillerato, y en años recientes, he dado clases en posgrado. Pero repito, fui maestro de Física y me enfrenté precisamente a todas las condiciones que los maestros de esa materia nos enfrentamos en algún momento cuando damos clase. En particular en la enseñanza experimental, sabemos que no hay un mucho tiempo reservado para las sesiones del laboratorio de Física en las cuales los muchachos y muchachas entren a experimentar ahí los fenómenos físicos de manera controlada y aprendan a desarrollar habilidades científicas formales.

Mi experiencia profesional tanto científica como en la docencia y mi inquietud por los fenómenos físicos me ha llevado a coleccionar experimentos o demostraciones experimentales. Es como un hobby para mí ir coleccionando todo tipo de

experimentos desde los más básicos, que se puedan enseñar en preescolar, hasta unos que dejan sorprendidos a los compañeros físicos profesionales o compañeros docentes.

Esta plática, que tuve a bien llamarla “actividades experimentales con materiales de bajo costo”, tiene el siguiente plan de presentación: ¿Cuáles son las habilidades científicas en el laboratorio escolar? ¿Cuáles son las problemáticas que se presentan en el laboratorio? ¿Cómo he clasificado los experimentos? ¿Cuáles son las características que identifico de estas actividades experimentales usando materiales de bajo costo?

Comencemos. ¿Cuáles son las habilidades científicas en el laboratorio de física que se pretende que la gente aprenda? En primer lugar, es aprender a medir. Para hacer Física de una manera cuantitativa hay que medir. Y nos enseñan en la escuela el uso de vernier, de un dinamómetro, de un multímetro, de un termómetro, tomar lecturas en el rango adecuado, calibrar estos instrumentos si se requiere, y a partir de estas mediciones se llega a los conceptos de incertidumbres, exactitud y precisión.

Otra de las cuestiones, que también es inherente al trabajo experimental escolar es el trabajo en equipo o colaborativo. Esto es fundamental para cualquier trabajo. Para un trabajo realmente creativo, importante, se tiene que trabajar en equipo. Y mientras más diverso el equipo, es mejor. Entonces, sabemos que a los muchachos no les gusta trabajar en equipo, sobre todo porque alguien tiene que responsabilizarse de entregar un reporte, y no a toda la gente le gusta escribir el reporte.

Otra habilidad científica es saber buscar información fidedigna que provenga de una fuente confiable. Ahora es más difícil, porque TikTok, prácticamente es la fuente de información de muchos de nuestros alumnos. Los jóvenes piensan que, si algo lo dice un “TikToker” importante, que tiene muchos “views” y muchos seguidores, eso ya le otorga un estatus de “credibilidad”.

Una habilidad científica que deben aprender los jóvenes es saber hacer observaciones de los datos registrados, notar que exista una tendencia: lineal, parabólica o hiperbólica, exponencial, etc. No solamente es tomar mediciones e ir las registrando, sino interpretar el fenómeno y discutir los resultados. Pero, para saber dar una interpretación, en primer lugar, se debe de tener una hipótesis que comprobar en base a una teoría. Así, para que los estudiantes vayan a realizar una práctica de laboratorio, es porque, se supone ya deben de tener las bases científicas para poderlo entender. Lo cual varias veces no sucede.

Por ejemplo, en una práctica de flotación, los muchachos no asocian la flotación al principio de Arquímedes, persiste la idea que la flotación está en relación con la naturaleza del material con el que se hace el objeto. El principio de Arquímedes, como se enuncia en los cursos básicos, ya sea de secundaria o de bachillerato, no les hace sentido a los muchachos hasta que ya empiezan a experimentar, a practicar con el fenómeno, es de ese modo que lo empiezan a más o menos a entender.

Continuando con las habilidades a desarrollar, tenemos también el operar datos estadísticos pues cuando ya se tienen muchas mediciones, ¿cuál es el mejor valor? y así poder introducir conceptos de incertidumbre, de precisión y de exactitud.

Escribir un reporte técnico, simplemente una cuartilla, puede parecer una cosa muy trivial, pero no es así. Yo soy autor de algunos libros de texto publicados por Trillas, y quienes ya tenemos esta experiencia de escribir no solamente libros de textos, sino también artículos científicos, reportes, proyectos para obtener financiamiento, etc. ya se tiene cierta experiencia de cómo escribir eso en español. Entonces, realizar un reporte técnico por parte de jóvenes de secundaria, de bachillerato o primer año de universidad es difícil, porque no están acostumbrados a redactar textos y menos reportes técnicos.

Todas estas habilidades científicas y otras más se pretenden que los muchachos aprendan a realizar en un solo curso de Física; obviamente eso no se van a lograr al 100%.

Es importante mencionar que, con un experimento o una práctica, por ejemplo, de uso de vernier o del uso de multímetro los jóvenes tampoco van a aprender a usar esos instrumentos por una vez que lo hagan. Debe haber más oportunidades para que se usen los artefactos o equipos que se utilicen para hacer mediciones y los jóvenes puedan desarrollar la habilidad.

¿Cuáles son las problemáticas que tenemos en los laboratorios? La primera problemática tiene que ver con los equipos o instrumentos de medición, ya que puede que están dañados o el material no sea en cantidad suficiente para el trabajo por equipos. En los laboratorios se atienden más o menos como a unos 300 muchachos y muchachas cada semana. No hay laboratorio que “aguante” tener todos los equipos de medición al 100%. Porque, además, hay algunos alumnos que son poco cuidadosos y hacen un uso incorrecto de los equipos, los instrumentos y los materiales; o simplemente hay gente que le gusta llevarse cosas a su casa sin

que sean de ellos... Entonces, es difícil tener instrumentos de medición y el equipamiento actualizado, en buen estado y en número suficiente.

En algún laboratorio donde labore, en las mesas de trabajo para los estudiantes había ocho alumnos en una mesa de trabajo para un trabajo experimental. Eso es mucho, son muchas personas. Cuando eso sucede solamente pocos pueden participar directamente en los experimentos, en las mediciones y en el montaje del experimento, los otros jóvenes se evaden. En general, lo ideal es que se formen equipos de trabajo de tres o cuatro jóvenes para que se involucren directamente experimental.

Si el material no es suficiente para que los jóvenes puedan experimentar en grupos pequeños los fenómenos físicos en el mejor de los casos las prácticas se hacen demostrativas. Así, el profesor hace la práctica en una mesa al frente de todo el grupo y todo el grupo se concreta en copiar los datos del pizarrón. Y en algunos casos, quienes se sientan más cerca del profesor, son los que en verdad están atentos y hacen preguntas. Esto aporta poco al aprendizaje de los jóvenes.

Ciertamente hay experimentos que por su complejidad o lo delicado del equipo no se le pueda proporcionar el quipo a los jóvenes para que los experimenten por sí mismos, como por ejemplo una bomba de vacío con una campana de vidrio para hacer demostraciones de presión atmosférica, o un generador van de Graff para experimentar con fenómenos de electrostática. Ya cuando se presentan estas circunstancias los experimentos demostrativos deben de planearse de modo que sean atractivos para el grupo. Pero estas sesiones deben ser las menos en un curso.

El ritmo en que se llevan las sesiones de teoría es diferente a las de las sesiones del laboratorio, en el sentido de que, el tema que lleva el grupo en teoría no es el mismo de laboratorio. Eso agrava más la situación del desempeño experimental, porque si los estudiantes no habían visto el tema en clase, no entienden muy bien lo qué están haciendo en el laboratorio. Ese desfase entre teoría y práctica no es bueno, y es difícil compaginarlos porque los tiempos escolares no dan oportunidad de acomodarlos.

Otro tema importante en el laboratorio son los “practicarios” o las guías que los estudiantes deben utilizar para realizar las actividades experimentales. En general son formatos preestablecidos, en muchos casos con tablas para llenar con datos que copiaron del pizarrón, luego ese material está impreso en copias mal impresas que alguien escribió hace muchos años sin ningún diseño gráfico ni algo interesante.

Las preguntas que se les proponen en esas guías son muy obvias. Y las actividades son como recetas de cocina que no invitan a la apertura de poder hacer variaciones.

Una de mis ideas en torno a la enseñanza experimental de la Física es que el aprendizaje de los fenómenos físicos no solamente está en el laboratorio. Si uno quiere centrar las cosas solamente en lo que hay en el laboratorio, queda muy corto el asunto. La Física está en la vida cotidiana. Y en la vida cotidiana hay elementos que pueden ser no tan simplificados e idealistas como las actividades de un laboratorio escolar, pero que nos puedan ayudar a visualizar ciertos fenómenos interesantes.

Así, de todos los experimentos o actividades experimentales que conozco los he clasificado en tres: recreativos, demostrativos y metodológicos.

Vamos a hablar de los que yo llamo experimentos recreativos. Es un experimento de este tipo el profesor tiene que hacerlo, porque el objetivo que se pretende es llamar la atención a los muchachos y engancharlos con el tema. No son para que midan un parámetro, son para invitar a la discusión, para comprender un concepto o simplemente para llamar la atención y sorprender. Estos experimentos a mí me gustan mucho porque la mayoría de los que he coleccionado son sorprendentes. No te esperas qué va a pasar. Obviamente, para poder llevar a cabo su objetivo, hay que elaborar un guion para hacer un mini show, en el cual el maestro tiene que presentar las cosas de tal manera que genere expectativa en los estudiantes, la gente ponga atención, pronostiquen el desenlace del experimento, se sorprendan de lo que sucedió y al final, entre todos tratar de dar una explicación del porqué de aquello que pasó.

Entonces, yo clasifico a estos experimentos como recreativos. Porque así se manejó mucho tiempo la física recreativa. Experimentitos conceptuales en el sentido de la Física conceptual, que lo importante es ver el fenómeno y explicarlo con palabras, con conceptos, lo que sucede, sin entrar en la teoría, sin entrar en la matemática. Como una manera de introducir los conceptos.

Están también los experimentos demostrativos, estos conviene hacerlos así porque se ocupan equipos que no conviene que los muchachos los tengan porque son costosos, son delicados. Por ejemplo, tener una bomba de vacío o un generador van de Graff. Aquí también, estos experimentos son como un pequeño espectáculo científico que el docente realiza ante todo el grupo, y en el que intencionalmente los jóvenes deben tomar notas -y ahora fotos- de lo que observan y de lo que se comenta en clase.

Están los otros que yo he llamado metodológicos, en los cuales ahí sí están diseñados para generar habilidades científicas experimentales y de alguna manera aprender aspectos del método científico: medir, hacer estadísticas con los datos, validar los modelos teóricos, etc. Un ejemplo de este tipo de experimentos es ver resbalar un objeto sobre un plano inclinado en el que se va variando el ángulo y se detecta aquel en el que el objeto comienza a deslizarse sobre el plano inclinado para medir el coeficiente de fricción. Recordemos que el coeficiente de fricción estático de estos dos materiales en contacto, estar en relación con la tangente del ángulo al cual está ese plano inclinado.

¿Cuál es la intención o el propósito para hacer actividades experimentales con materiales de bajo costo? Tener un laboratorio escolar con todo el equipamiento es costoso. Es difícil tener un laboratorio donde no se rompa nada, no se pierda algo, todo este bien en su lugar, todo funcione, y exista un número suficiente de equipos y materiales. Sin embargo, los hay. Pero ¿qué pasa con los laboratorios que no tienen la infraestructura suficiente? Precisamente hay que echar mano del uso de materiales de bajo costo.

Muchos profesores se justifican de no trabajar con los jóvenes en las prácticas del laboratorio de Física con el argumento de: “es que no hay el equipo o esos materiales que marca la guía, entonces, pues no vamos a poder hacer la práctica y no va a haber sesión del laboratorio el día de hoy”. Así es como se pierde una hora y media del laboratorio. Además de la actitud poco profesional de varios docentes, se tiene la idea también de que solamente la física, hacer la parte experimental del aprendizaje de física, está en el laboratorio.

Si en el laboratorio escolar no se tiene lo suficiente, hay que hacer uso de experimentos con globos, balines, botellas de plástico, latas, agua, ligas, cosas que se puedan encontrar en una tlapalería, en una papelería, inclusive hasta con cosas de la casa. Y para ello hay que documentarse de cuáles son esos experimentos que nos pueden servir. Hacerlos primeramente para después implementarlos con los jóvenes y evaluarlos en un contexto de una secuencia didáctica. Ahí está lo valioso de tener una capacitación docente al respecto.

Además de solventar un poco la carencia de materiales e insumos en un laboratorio escolar, el hacer experimentos fáciles, sencillos, con materiales a la mano, es una manera de que el joven o el niño, se apropie del conocimiento de manera personal, de modo que pueda sentir el fenómeno, aprenda el porqué de cómo funciona, de cómo al modificar las variables se varía el resultado, y así, de esa manera pueda entender qué es lo que está pasando. De esta manera, al hacer las cosas de una manera tangible y accesible, provoca que el estudiante “se apropie” del fenómeno,

lo pueda explicar, vaya construyendo su propio conocimiento, y por lo tanto se vuelva significativo.

Yo a veces sacaba a los muchachos al patio de la escuela a hacer experimentos. Y los jóvenes jugaban, cotorreaban y divagaban, claro, se pierde tiempo en la sesión debido al relajo, lo cual inclusive es también importante porque logra una camaradería entre los jóvenes que abona a la sociabilización. Los adolescentes quieren estar experimentando situaciones en grupo, quieren sentirse integrados, a la gente le encanta sentirse bien en un ambiente positivo, a gusto, y con tranquilidad. Este contexto relajado ayuda a poder comprender temas que a veces son un poco difíciles de entender por su complejidad. Las emociones positivas son un “pegamento” para fijar temas conceptuales al intelecto.

Yo realice con los alumnos experimentos en el patio de la escuela, en un museo de ciencias, en un gimnasio, en un parque de diversiones, en un parque con fuente, en un billar. Para este tipo de actividades el producto a evaluar ya no es un reporte un reporte escrito, sino un video. Este tipo de experiencias, que las pueden hacer los y las estudiantes, se pueden dejar de tarea, no es necesario que los acompañe el docente.

Algunos ejemplos de los que yo he hecho con materiales de bajo costo.

Experimentos de flotación para ver el principio de Arquímedes. ¿Qué es lo que necesito? Una caja transparente con agua que me sirva como pecera. Y tener pelotas de esponja. Hay pelotas de esponja chiquitas, medianas y más grandotas. Ante de ponerlas en el agua, se hace la pregunta es fácil: ¿flotan o se hunden? Los jóvenes, la mayoría traen el preconcepto de que lo más grande es más pesado y se precipita y lo más ligerito se queda. Y empieza la sorpresa cuando un mismo material, al tener diferente volumen, tienen una fracción comparativa de la parte que está afuera con lo que está dentro. Es el mismo material, pero diferente volumen, pero la relación entre lo que está afuera con lo que está dentro es la misma.

Otro experimento en el tema de flotación es con dos refrescos en latas, una Coca-Cola normal y otra Coca-Cola light. Si las ponemos al agua, ¿flotan o se hunden? En este caso vemos que las latas flotan de manera diferenciada y ahí podemos introducir este asunto de la densidad. Obviamente la Coca-Cola de dieta tiene menos azúcar cuando tiene aspartame, eso hace que tenga menor peso. Entonces, aunque sea el mismo volumen, el peso y la densidad de las latas son diferentes. Y entonces, ahí se empieza a poner la discusión de la cuestión de la flotación.

Otra demostración experimental de flotación que se puede hacer con plastilina. Tenemos nuestra pecera con agua, una barrita de plastilina, no sé cómo se le llame en otros países a la plastilina, una masilla, de estas masillas que se usan mucho en preescolar para modelar. Con la barrita, la hago bolita (esfera), la pongo al agua ¿flota o se hunde? Ya la libero en el agua y.... se hunde. Vamos a tomar esa misma plastilina y ahora, con la ayuda de una de las bolitas de esponja, voy a hacerla como en forma de cazuelita, como una pequeña olla. Esa misma masa, sin quitarle masa ni nada, solamente se le hace forma de ollita. La plastilina con el cambio la geometría se pone al agua ¿flota o se hunde? En este caso flota. La misma cantidad de materia, puesta como bolita concentrada, se va a hundir, pero puesta en ollita, va a flotar. Incluso yo puedo ponerle monedas a esa ollita que me va a servir como una lanchita de plastilina, y entonces ahí puedo ver que, inclusive, cambiándole la forma a esa masa, puedo tener más peso que flote, que si yo lo dejo en toda la bolita. La aplicación directa es la flotación de barcos hechos con metal.

Aquí tengo un experimento recreativo con el cual aprender cómo vuelan los aviones. ¿Y qué necesito para eso? Una tirita de papel. Entonces, de una hoja de papel, la recortan y hacen una tirita de aproximadamente 10 centímetros por unos 2 centímetros. Vamos a poner esa tirita de papel encima de los labios. Inicialmente el papelito está flácido y caído. Y se les dice a los alumnos: soplen. Entonces, el empuje que hace el aire provoca que se levante el papelito. El aire que se va soplando hace que el papelito se erecte y se ponga horizontal. ¿Qué pasa si ahora se pone por debajo de los labios y se sopla en horizontal sobre el papelito que... Cuando se hago eso, el papelito se levanta. Ahí ya no es un flujo que esté empujando al papelito. ¿qué está sucediendo? En este caso, en la ecuación de Bernoulli, se está afectando el término de la velocidad al cuadrado de un fluido. Y al soplar, se está reduciendo la presión atmosférica. Entonces, al reducir parcialmente la presión atmosférica por arriba del papelito, hay una presión atmosférica mayor por debajo del papelito, que es la que finalmente empuja el papelito para arriba. Así vuelan los aviones. Hay un flujo en el ala de un avión, el flujo del aire va más rápido por arriba del ala que por debajo. Entonces, ¿quién mantiene a los aviones en vuelo? Pues es la presión atmosférica por debajo de las alas. Por eso las naves que van a la luna no tienen alas. Si no hay atmósfera, no pueden planear, no funciona el efecto de Bernoulli en la luna.

Otro experimento de bajo costo del tema presión atmosférica. Tengo dos hojas de papel que se les sostiene de manera paralela, de tal manera que se deja un espacio en medio de ellas y se sopla. ¿qué pasa? Las hojas se acercan. Otra vez, se está reduciendo la presión atmosférica en el espacio entre las hojas, y la presión atmosférica de afuera las está empujando hacia dentro. Eso no es trivial para los alumnos. Con varios ejemplos así de este estilo, la gente va empezando a entender

un poquito acerca de los fenómenos de presión atmosférica, de fluidos, de presión, de ecuación de Bernoulli. Y poco a poco, a través de estos experimentos, se va entendiendo el fenómeno.

Los globos son muy versátiles para hacer cosas. Está desde el globo faquir, al que le ponen dos pedacitos de Diurex, se infla un globo, se le ponen dos pedacitos de cinta al globo en ciertas partes, con una aguja de estas de tejer, le pinchan donde pusieron la cinta adhesiva y luego lo traspasan donde pusieron la otra cinta y ven que no explota el globo. Ahí hay que entender propiedades elásticas del material.

Otro experimento con globos. Toma un globo y llénalo de agua. Toma otro globo, ínflalo de un volumen similar al globo que se llenó de agua. Al globo con aire, ponle debajo una vela, una velita así de esas chiquitas, al poco tiempo explota el globo. ¿Qué pasa si ahora ese globo se infla y se le pone un poco de agua y una velita debajo? Ya no va a explotar. Y eso nos da pie para platicar cosas de este asunto de la disipación del calor a través del agua, las propiedades térmicas de los materiales.

Uno de esos experimentos demostrativos, en los que no es seguro darles el equipo a los estudiantes es uno que requiere nitrógeno líquido, que es un poquito más difícil de conseguir. Toma un tortillero de unicel (cajita cilíndrica con tapa) y vierte nitrógeno líquido. Toma un globo pequeño inflado, coloca el globo dentro del tortillero de unicel, y lo vamos a tapar. Este asunto de la baja temperatura a la cual está en nitrógeno líquido hace que el globo se compacte. Cuando uno saca ese globo, después de estar en un ambiente de nitrógeno líquido, sale como pasita, todo aplastadito. Si ese globo que pasita, se avienta al aire, se ve que el globo se va inflando otra vez porque ya tiene la temperatura ambiente. Es algo muy espectacular.

Aquí un experimento con globos para nivel preescolar o primaria. Necesitamos un hilo para coser. Se va a poner a lo largo del salón y se fija un extremo en la pared. Tomamos un pedacito de popote, lo cortamos un extremo, tomamos un poco de cinta Diurex o masking tape, inflamos un globo y lo pegamos al popotito. El popotito va a ir en medio del hilo. Entonces, tomamos nuestro popotito con globo, lo ponemos en el extremo y, obviamente, como está inflado el globo, se comienza a liberar el aire, y a moverse el pequeño popotito con el globo. Con esa actividad super fácil utilizando un globo, un popote, un hilo, y un masking tape, se puede discutir tercera ley de Newton, el movimiento acelerado, la velocidad promedio que tomó el popotito, la propulsión de algo que expulsa un gas, la acción y reacción, etc. Es decir, con una actividad tan sencilla se puede comentar incluso hasta cómo funcionan los cohetes.

Al respecto quiero mencionar un ejemplo que les gusta mucho a los estudiantes, disculpen que sea un poco escatológico, pero a los muchachos les fascina estas cosas. Ya tomando en cuenta que, si un objeto se mueve hacia una dirección, porque saca un gas, en este caso el aire, el aire a presión del globo. No va a faltar alguien que diga: “Oiga, profe, y entonces, si yo me he hecho una flatulencia o un pedo, ¿me muevo hacia adelante?” Pues, obviamente que sí, pero habría que hacer un cálculo porque obviamente, uno no se va a mover con facilidad como si a uno lo hubieran empujado. Pero eso es interesante. Ahí es el momento de utilizar la teoría, de hacer cálculos para ver cuánto tendría que ser las características de masa y velocidad de esa flatulencia, de ese pum, de ese pedo para poder mover a una persona de la masa promedio de los muchachos. Este ejemplo se presta para que haya este tipo de discusiones con los jóvenes y entiendan que también en echarse un pedo está la Física.

Algunos comentarios finales. En la experimentación presencial, vivencial, la gente al interactuar con los fenómenos los hace suyos, se involucra, se compromete, los puede explicar, les puede hacer variantes y por lo tanto es susceptible de que aprenda de manera significativa. La experimentación no se puede sustituir con videos o simulaciones, ni con ejercicios mentales, ni realizando cálculos numéricos.

La experimentación presencial, tangible proporciona elementos para que la gente entienda de manera significativa los conceptos ya que se involucran varios sentidos e inclusive emociones. Es deseable contar con un laboratorio, es importante, y es ideal el que hubiera todo lo necesario en el laboratorio, que todo funcionara para que los alumnos desarrollen habilidades científicas formales.

Si no hay laboratorio para experimentos metodológicos, con los experimentos de bajo costo, algo se puede subsanar. Pero no hay que dejar todo en los experimentos con materiales de bajo costo. Por lo tanto, es importante que los compañeros que quieran hacer uso de este tipo de materiales tengan una capacitación. Porque los materiales pueden ser accesibles y los experimentos fáciles de realizar, pero lo importante es la manera en cómo se hace la discusión con los jóvenes para que verdaderamente exista un aprendizaje.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Gracias, gracias, doctor Carlos. Pues muy, muy interesante y repito, tocas muchos temas que generalmente en nuestro posgrado obviamos o simplemente lo damos por hecho. Entonces, pues bueno, Abrimos la discusión. Hoy somos pocos, no sé por qué, pero bueno, adelante está el espacio. Si tienen comentarios, preguntas, adelante, por favor.

Adelante, Marcelo, por favor.

**Maestro Marcelo Caplan:** Muchas gracias por la presentación, estuvo excelente. Lo que me gustaría preguntarle es, usted está trabajando mucho en lo que se llama el marco del laboratorio de física o la experimentación en física y cuando estamos tratando de llevar la experimentación al aula, el laboratorio no existe. Lo que existe es el aula, existe los muchachos o las muchachas. Entonces, me gustaría saber cuál es su opinión en el enfoque del: Vamos a ver el aprendizaje basado en un proyecto para ponerles un desafío a los estudiantes que a través del desafío tengan que explorar las temáticas que teóricamente se harían en el laboratorio. Por ejemplo, el carrito que usted habló con el globo, vamos a proponer a los chicos del aula que hagan una competencia a ver quién manda un carrito lo más lejos posible. Y a partir de ahí, qué es lo que está pasando y que exploren de ahí el fenómeno de inercia con la primera ley de Newton, ¿por qué el carro se mueve si lo empujo y no se mueve si no lo empujo? ¿Y por qué acelera, si le pongo una fuerza o no acelera? ¿Y qué tengo que hacer para que vaya lo más lejos posible como un desafío? ¿Qué le parece a usted ese enfoque? Al lado del enfoque de poner: Okey, hay que ir al laboratorio, se aprendió la primera ley de Newton en el aula de clase, vamos a hacer el experimento que corrobora lo que pasó en el aula de clase.

**Dr. Carlos Aguirre Vélez:** Sí, por un lado, están estos experimentitos que les digo que ayudan para ir interiorizando de manera conceptual los fenómenos, es decir como las teorías. Por el otro lado, si hay las posibilidades de tener un laboratorio en el que haya los mínimos elementos para poder experimentar de manera metódica, también hay que utilizarlo. Es otro estímulo, experimental, con el que se pretende generar habilidades académicas científicas.

Por ejemplo, para el tema de flotación, yo hice estos experimentos que hablaba de la plastilina, de las latas, etcétera, de las pelotas, pero también les dejé a los muchachos que hicieran una lancha. Fue un proyecto, una lancha en la cual hicieran esta lancha con botellas de PET, de refresco, de estas como de 2 L, armar una lancha en la cual ellos se subieran y que realmente funcionara. Tenían que calcular el número de botellas que necesitaban para que pudieran flotar los miembros del equipo. Obviamente, eso no se puede hacer en una semana. Fue un proyecto que les dejé durante todo un semestre. Y entonces, los muchachos se abocaron a conseguir las botellas, a limpiarlas si las habían encontrado en la basura, a ver cómo hacían la estructura, eso ya es ingeniería, eso ya no se los enseñaban en los cursos de física. Ellos tenían que resolver cómo podían tener de manera estable todas las 200 botellas que necesitaban ahí. Luego, conseguir un lugar para ir a probarlo, porque se tenían que subir y flotar la lancha de esas botellas de PET en ellos.

Algunos llevaron la lancha a probar en una piscina, y otros se fueron a una fuente pública en un parque.

Con este tipo de proyectos dan pie al desarrollo de otras habilidades, en este caso como ya más de ingeniería y de trabajo colaborativo. Para cuando construyeron la lancha ya habían hecho el cálculo, ya habían visto los experimentitos, ya habían entrado al laboratorio, el proyecto complementó las otras actividades.

Los proyectos prácticos con un enfoque de aprendizaje basado en proyectos, en ese caso de proyectos experimentales, refuerzan el aprendizaje. Los proyectos en sí no van a sustituir a las otras experiencias experimentales ya sean recreativas, demostrativas o las actividades en el laboratorio. Más bien, cada una de las experiencias generan diferentes habilidades. Los proyectos toman más tiempo, no se pueden hacer así de un día para otro. Los de bajo costo, los puede hacer el profesor en el salón o los estudiantes de tarea. Los de laboratorio, son en los cuales se monta un dispositivo, se hacen mediciones, se toman datos, se analizan estos datos a la luz de una teoría, etc. Todas las actividades experimentales se complementan.

**Maestro Marcelo Caplan:** Muchas gracias.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Gracias, Marcelo. Por acá en el chat tenemos comentario de la doctora Diana López y nos dice: Habla de qué ha coleccionado experimentos. ¿Los tiene registrados en algún lado para compartir? Ya después saluda: Si, hola doctor Carlos, por cierto, un gusto verlo. Si quieres respondemos esta pregunta porque después tiene otros comentarios.

**Dr. Carlos Aguirre Vélez:** También me da gusto tener aquí a Diana, pues Diana fue mi alumna de doctorado, entonces siempre hay fans. Algunos de los experimentos están en unos libros de texto que tengo publicados con Trillas, que se llaman “Actividades Experimentales de Física”. Ahorita no tengo a la mano en las portadas, pero si me buscan en Editorial Trillas o así, Actividades Experimentales de Física 1, por ejemplo, Editorial Trillas, ponen mi nombre, ahí les va a aparecer los libros que tengo publicados con Trillas y ahí vienen de este tipo de experimentos. Tengo otros más, pero ahí vienen varios. Ahora sí que, digamos, ya en un curso de capacitación de este tipo de temas, ahí podemos compartir otros más que tenemos. Es que lo que pasa es que tengo como alrededor de 150 experimentos, desde los más básicos hasta unos más espectaculares. Y ahí en los libros de texto, están planteados como experimentos más para formación de habilidades científicas.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Sí, Antes de dar respuesta al siguiente comentario, tenemos una pregunta acá por YouTube. Alejandro Ibarra. Hola, Ale. Nos dice: ¿Cómo maneja el nivel de apertura en proyectos? ¿Qué tal manejan sus alumnos la metodología de generación de proyectos?

**Dr. Carlos Aguirre Vélez:** Yo aprendí la técnica de ABP, aprendizaje basado en proyectos, y la modifiqué un poco porque los proyectos que se mencionan en esta teoría, son proyectos un poquito más teóricos, de buscar información, de pensar, resolver, en fin, todo este tipo de cosas. Yo le hice la modificación a esa técnica para proyectos, pero proyectos prácticos, proyectos experimentales. Por ejemplo, tomando este caso de la lancha de botellas de PET. Hubo gente que lo hizo con tanques de agua, de estos de 40 litros. Uno puede tener el volumen desalojado con botellas de PET de 2 litros o con garrafones de estos de 40 litros. Entonces, sí se desarrolló el concepto, pero, como les decía, también es importante la manera en cómo desarrolla la gente esos problemas prácticos que se les presentan. ¿Cómo unir de manera estable todos esos botellones o esas botellas de PET? Entonces, sí sigo la metodología de ABP, pero en lugar de que sea un proyecto teórico o un escenario, porque así se maneja en el aprendizaje basado en problemas, en mi caso la resolución de problemas tiene que ver con resolver problemas prácticos.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Pasamos ahora hacia el segundo comentario de Diana. Nos dice: Me gustó su clasificación de experimentos recreativos, demostrativos y estratégicos. Los experimentos son herramientas que requieren una estrategia didáctica. Ahora viene la pregunta, ¿cuál es la que ha usado en cada tipo de experimentos?

**Dr. Carlos Aguirre Vélez:** Por ejemplo, en los experimentos recreativos, lo que busco es que haya una serie de experimentos en los cuales, por un lado, la gente los pueda realizar de manera fácil, para entienda el concepto que está relacionado. Algunas veces se los planteo a los alumnos, u otras veces yo lo hago en clase, o se los dejo que lo vean en un video. Pero ahí la tarea es: realiza el experimento en tu casa, con tu familia, con tu mamá, la abuelita, un tío, el padrino, etc. y explícaselos. Esa es la tarea. Ahí el esfuerzo es que los jóvenes puedan explicarlo a sus familiares.

En los demostrativos hay que hacer un guion, como para un show. Qué experimento pones primero, cuál después y cuál después. Por ejemplo, cuando uso una máquina de presión atmosférica o una máquina de vacío, voy a utilizar un zumbador, algo que haga ruido, un globo medio inflado, una vela y luego, ya si quito la campana y pongo unos hemisferios de Magdeburgo, eso también entra dentro de estos experimentos demostrativos. Entonces, ¿cuál pongo primero? ¿Cuál después?

Para que haya como esta expectativa de show. Ahí hay que pensarlo y planearlo como un show, un espectáculo, un performance que hace el profesor para captar la atención de los alumnos y que vaya incrementándose el nivel de asombro de estos experimentos.

Y en el de los metodológicos, hay que hacer mediciones, modificar ciertas variables y hacer alguna estadística con los datos. Es decir, la práctica de laboratorio tradicional. Son diferentes estrategias para cada uno de los experimentos.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Gracias. Antes de darle la palabra a Diana, tenemos otra pregunta acá por YouTube. Nos dice la maestra Diana Carrillo: Gracias, doctor Carlos. Respecto a las aplicaciones para celular para incorporar prácticas sencillas, ¿alguna recomendación?

**Dr. Carlos Aguirre Vélez:** Sí, yo tenía por ahí una aplicación que precisamente ayudaba para cuestiones de mediciones. Por ejemplo, lo más básico. A ver, en algunos experimentos de cinemática, de movimiento, medir el tiempo. Entonces, ¿con qué mides el tiempo? El teléfono inteligente ya trae cronómetro. Pero hay otras aplicaciones en las cuales se hace uso del giroscopio que tiene el teléfono y entonces se pueden medir ángulos. Con imágenes se van midiendo los ángulos, distancias, por ejemplo. Las aplicaciones que yo he descargado son como para medición. Para experimentos en condiciones que son difíciles, por ejemplo, variar la gravedad, no es fácil, es mejor usar simulaciones como las de tipo PhET.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Okey, muy bien, gracias. Ahora sí le damos la palabra hablando de cuestiones de CDI's. Diana, por favor, habías levantado la mano.

**Dra. Diana López Tavares:** Sí, porque esta parte es importante. Sin duda, el uso de experimentos en el aula tiene que ser llamativos, interesantes. Pero, precisamente, en las demostraciones, tiene que ir más allá que solamente el asombro y es fomentar el desarrollo de habilidades de indagación en los estudiantes, como el predecir, desde lo sencillito, como el clásico POE de: predice qué va a pasar, observa qué está pasando, explícame qué pasó, o ya algo más formal como una CDI o ILD en inglés, donde ya tienen que escribir, dibujar, representar de ciertas maneras. Creo que son herramientas que pueden acompañar experimentos muy demostrativos y no se metan a la parte cuantitativa. Eso era todo lo que quería comentar, porque yo siempre comento con mis profesores que toman mis talleres, que realmente las que nosotros fomentamos en PhET, la ILD es una de ellas, quítale la simulación y ponle un experimento y debería de funcionar. ¿Qué opinas tú de eso, Carlos?

**Dr. Carlos Aguirre Vélez:** Sí, las simulaciones tienen las condiciones en las cuales se puede llevar al experimento, pues sí, o sea, ayuda como a comprobar eso. Pero como decía, por ejemplo, en las simulaciones, ¿cuál es su mayor aporte como herramienta didáctica? Que puedes poner condiciones que no las vas a poder hacer de manera en el laboratorio. Por ejemplo, subir la temperatura de una cosa a 1000 grados centígrados, es difícil de hacerlo en el aula. Variar la gravedad, también es difícil modificarla en el aula. Creo que ahí está el aporte de la simulación, en condiciones extremas que no se puedan realizar.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Perfecto. Gracias. ¿Algún otro comentario, compañeros? Déjeme ver si por acá en YouTube tenemos algún otro. No, por el momento.

Carlos, fíjate que esta clasificación de los experimentos, como comentaba Diana, es muy interesante. La pregunta sería: ¿es válida esta clasificación para todos los niveles educativos? Ya ves, aquí en el programa tenemos desde preescolar hasta quienes dan clases en posgrado. ¿Sería válido o hay algún nivel educativo en el que hay una mayor preponderancia de un tipo de experimentos sobre de otros? ¿Qué opinarías al respecto?

**Dr. Carlos Aguirre Vélez:** Se supone que en secundaria los estudiantes ya deben de llevar un laboratorio de Física, luego un bachillerato y luego un nivel superior. Entonces, esta clasificación atiende a este asunto de que haya manera de poder hacer alguna experimentación en laboratorio.

¿Qué pasa a nivel primaria o preescolar? Ahí no está formalmente declarado un laboratorio. Ahí es donde tiene mayor valor el asunto de los experimentos recreativos, que los niños los reproduzcan de manera controlada, de manera segura. Por ejemplo, en el caso de los niños de preescolar o de los que todavía no saben escribir en primaria, ni leer ni escribir, pues obviamente no va a haber un reporte, sino un dibujo o una discusión en el grupo. Y también este ejercicio, a ver qué piensan, qué va a pasar, además de la discusión de ideas de lo que los niños piensan sobre lo que puede suceder, lo que también es importante, es que ellos lo hagan por sí mismos.

Si se cortocircuita una pila, se va a calentar. Tú se lo pones a un niño preescolar A ver, hazlo. Obviamente va a sentir calor y lo va a botar. Es obvio que así va a ser la reacción del niño. Pero va a aprender. ¿Por qué aprendió que se genera calor ahí? Bueno, ahí tiene que haber una explicación a su nivel. Pero esa sensación de decir: Caray, las pilas se pueden calentar si no están bien conectadas, eso ya se le va a quedar. Si se hace experimentos, por ejemplo, hago un cohete de agua en

preescolar, lo vamos a hacer al patio, hacemos un cohete de agua, ya saben ustedes, la botella con un poco de agua, un tapón, se le va metiendo aire con una bomba para inflar llantas de bicicleta, sube la botella y desparrama el agua. A ver, ¿qué va a pasar si les ponemos más agua? Si no le ponemos agua, vamos a hacerle ahora: A ver, hazlo, Juanita, a ver algo Chuchita, a ver algo Diana. Y ahí se pueden hacer las variables. Obviamente, se van a mojar algunos.

Mojarse, sentir el calor, ver que algo brilló, esas experiencias sensibles ayudan a la recuperación de la memoria. Es parte de lo que deja la experimentación también, estimular los sentidos. Cuando tienes una experiencia en la que la mayoría tus sentidos se ven motivados, captas toda esa información, que te ayuda a recuperar en la memoria esa experiencia.

Entonces, sí es muy importante introducirlos a los niños en preescolar y primaria, fenómenos de una manera más controlada y hacerlos pensar, ya que a ese nivel no tienen las teorías ni modelos matemáticos, no manejan todavía el concepto matemático, ni deben de hacer mediciones ni mucho menos estadística. Entonces, incorporarlos con proyectitos de física conceptual o de química conceptual, en general de ciencias, es muy útil para niveles básico.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Aquí hace un comentario Diana. Obviamente. ¿Quemar niños para que aprendan?, qué controversial.

**Dr. Carlos Aguirre Vélez:** Fue un comentario extremo. Los experimentos con fuego en preescolar y primaria, son un poquito difíciles de plantear para hacer, porque las características que deben de tener esos experimentos es que en primer lugar deben ser seguros. No debe de haber margen para que haya un accidente. Entonces, experimentos con fuego a niños muy pequeños, yo no lo recomendaría, por ejemplo.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Claro.

Ahorita que comentabas y abusando, me llevó a mi propia formación como físico. No sé cómo haya sido contigo el caso de Diana, el caso de Felipe, que también somos físicos, pero en la Superior de Física del Politécnico, la clase de física se dividía en dos y no había una conexión. Veías, por un lado, la parte de teoría y, por otro lado, tenías la clase de laboratorio de física y, por lo general -y al día de hoy- no había una conexión directa. ¿Tú crees que debería ser integrada la clase de física, incluyendo la parte experimental, la parte teórica, o si es correcta esta separación? Te lo digo, me surgió esa duda ahorita con respecto a mi propia formación.

**Dr. Carlos Aguirre Vélez:** Ahí el problema que sucede es un aspecto administrativo, porque el maestro da la clase de teoría y otro da el laboratorio, a veces hay dos maestros de laboratorio. Y entonces, como son horas que se deben de hacer, luego a veces, administrativamente se tienen que partir así. ¿Qué sería lo ideal o lo práctico que yo he experimentado? Que el maestro de teoría de también el laboratorio, para que vaya al ritmo, para que él sepa qué es lo que debe de llevar y que refuerce lo que están viendo en teoría con la práctica.

¿Qué sucede en la realidad? Hay muchos profesores que dan la teoría y no quieren dar laboratorio. De plano, dicen: “No, yo con cosas de laboratorio, cosas prácticas, ahí sí, yo no. Nada más a mi déjenme mi teoría, mis problemitas y mis apuntes, y ya, pero meterme en el laboratorio no, eso sí no”. Dentro de la enseñanza de la Física, muchos profes no quieren dar clase en laboratorio.

No he hecho la estadística, pero como una estimación, yo creo que como el 70% de los profes sí evita dar la clase de laboratorio. A mí me dio resultados, me gustó, porque como que los jóvenes entienden que el curso de laboratorio y de teoría es uno, y que van avanzando y que va siendo coherente la teoría con la práctica. Pero cuando está así partido, los profesores van a ritmos diferentes, tocan temas diferentes y no se complementan. Y a los jóvenes que están aprendiendo les cuesta trabajo integrar lo que les dijo el profe de teoría por un lado y lo que les dijo el profe de laboratorio por el otro. Desafortunadamente administrativamente, esa situación va a seguir.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Hay que ser autocríticos e incluso en nuestro programa, ahora que dices de que pocos profesores se meten a la parte experimental en nuestro programa de posgrado, también sucede lo mismo, no todos le entramos a la parte experimental y aprovecho para una invitación y hay que ir formando un curso de didáctica experimental para nuestro posgrado y ahí estaría abierta la invitación para quién mejor que tú lo pudieras desarrollar e impartir. Pero bueno, más allá de los comerciales.

**Dr. Carlos Aguirre Vélez:** Digamos, en un curso presencial, además de estar platicando este tipo de cuestiones, está la parte de detalles técnicos finos. Por ejemplo, vamos a hacer una botella de PET de 2 litros y lo vamos a llenar con agua y le vamos a hacer tres hoyitos a diferentes alturas para ver la caída del chorrito parabólico, el alcance del chorrito parabólico. Es una botella, es agua y es hacerle hoyitos con algo. ¿Pero de qué tamaño debe ser el hoyito? ¿Debe ser con una aguja? ¿Puede ser con un pin? ¿Lo podemos hacer con un clavo? O sea, ese detallito de qué tamaño debe ser el hoyo es importante, porque luego cuando lo quieres hacer y lo haces con un hoyito muy pequeño, la tensión superficial te tapa

para todos los hoyitos. Entonces, cositas así mínimas, son importantes a la hora de la implementación de estos experimentos. ¿Y cómo se puede dar esto? En un taller práctico en el que, a ver, ¿por qué no te salió? Pues a ver, mira, hay que hacerlo de esta forma. Son consejitos, “tips”, que yo que los he vivido y que me he topado, ya sé cómo ponerlo de tal manera para que no falle el experimento. Entonces sí es importante que haya una capacitación en este tema.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Perfecto. Pues nada, ya se nos agotó el tiempo. Chicos, no sé si quisieran agregar algo más. Si no, por acá, por YouTube, ya no tenemos ningún otro comentario. Y no me restaría más que agradecerle, doctor Carlos. Creo que es mucho, muy interesante, muy necesario para nuestra disciplina. Y aquí nos podríamos quedar platicando horas sobre experimentos ya muy particulares para cada tema, para cada nivel, para cada finalidad o cada objetivo educativo que quisiéramos desarrollar, para la formación del profesor. N cosas que creo que todavía se desprenden mucho de esta parte de la didáctica experimental. Y nada, entonces, te agradezco, Carlos, por haber asistido.

**Dr. Carlos Aguirre Vélez:** Gracias por la invitación, doctor.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Y pues bueno compañeros, con esto cerraríamos. Invitarlos a nuestra próxima sesión, que será el sábado 7 de octubre, y la dará la próxima doctora Magaly Sierra, de la Universidad del Estado de Hidalgo, y ella nos va a hablar sobre otro tema que también es interesante y que por ahí a algunos o prácticamente a todos ustedes les ha tocado en alguno de los cursos, el uso de los estilos de aprendizaje para los diferentes cursos de física, particularmente en bachillerato. Sin más, no me resta más que agradecerles, esperarlos para nuestro siguiente seminario y muy buenas tardes a todos. Cierro la transmisión en YouTube.

#### 4. Crear futuro a través del posgrado. ¿El científico también puede o debe de participar en la toma de decisiones de política pública?

*Dr. Luis Cuauhtémoc Gil Cisneros*  
*Secretaría de Investigación y Posgrado del IPN*

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Espero que no haya ningún tipo de problema para la transmisión. Listo, ya estamos en línea. Okey, pues bueno, entonces les doy la bienvenida a esta nuestra ya sexta sesión del seminario Charlas de Física Educativa de este semestre B23. Y para mí, en particular, es un placer enorme poder contar ahora con el doctor Luis Cuauhtémoc Gil Cisneros. El doctor Luis, con quien hemos podido entablar ya incluso una buena amistad, es físico egresado de la Superior de Física y Matemáticas de nuestro instituto, al igual que un servidor, tiene el doctorado en Física y ha tenido estancias en el extranjero, particularmente en Alemania. Pero más allá de eso, ha tenido la oportunidad de contribuir a la ciencia de nuestro país, a través de diferentes cargos de la administración pública, en particular el que recuerdo en este momento es como director de becas del CONAHCYT; y valga mencionar por cierto que para nuestro posgrado, a partir de este año, ya hubo oportunidad de acceder a becas nacionales; también Luis ha sido el jefe de posgrado del propio Instituto Politécnico Nacional y en este momento es jefe de la división de operación y promoción al posgrado, ¿cierto, verdad, Luis?

**Dr. Luis Cuauhtémoc Gil Cisneros:** Así es, estimado Dr. Mario.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Entonces, como podrán ver, es alguien muy connotado, buen amigo del programa, tengo que decirlo, espero que los demás posgrados del instituto no se encelen, empezando por los de nuestro propio CICATA, pero sí nos ha apoyado mucho a lo largo del tiempo. Y entonces, pues nada, aquí lo importante es oír a Luis. Y platicando con él, propusimos un tema que yo creo que es de suma importancia y que en nuestro posgrado es una asignatura pendiente. Esta parte de la política pública, de la política científica, y que a veces pareciera que estamos alejados nosotros, en principio como profesores de física, pero ahora como profesionales de la física educativa, yo creo que es algo que necesariamente tenemos que abordar y quién mejor que Luis, con toda su experiencia, nos pueda empezar a abrir este camino. Entonces, Luis, te agradezco. Te agradezco muchísimo, sinceramente, el haber aceptado la invitación y el espacio es tuyo. Adelante.

**Dr. Luis Cuauhtémoc Gil Cisneros:** Muchas gracias, Mario. Muchas gracias a todos. Estoy muy contento de estar ahora impartiendo esta plática. Empecemos y ya después vamos viendo qué inquietudes podamos generar. Bueno, he llamado a esta plática “Crear futuro a través del posgrado” y la pregunta es si un científico también puede o debe de participar en la toma de decisiones de política pública. Y para ello quiero mostrar cinco preguntas muy rápido, partiendo de identificar los retos que encontramos o que detectamos, ya en este momento, como objetivos de la política pública, particularmente en México.

Quiero comentarles que revisé las palabras claves en nuestra constitución política en referencia a la educación, y en la normatividad y criterios del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología de México (CONAHCYT), a modo de posibles conceptos guías para la elaboración de una propuesta de política institucional del posgrado.



**Fig. 1.** Elaboración propia.

Avancemos. ¿Qué retos podemos ver para el futuro próximo? Y aquí enfatizo muy próximo, porque un futuro muy próximo para mí significa que ya estamos frente al reto. Consideremos que estamos ya en medio de la quinta Revolución Industrial, pero en términos de conocimiento ya tenemos el acceso universal o global al conocimiento y a la robotización. Ya contamos con aplicaciones de biotecnología y digitalización, inclusive del cuerpo humano. Vivimos en un ambiente de desarrollo, tanto social como laboral, basado en los multiambientes tecnológicos y, evidentemente, necesitamos el desarrollo de nuevas habilidades psicocognitivas, no sé si nuevas o bien enfatizar aquéllas para desempeñamos como personas dentro de esta sociedad inmersa en este avance tecnológico tan apresurado de las últimas dos décadas.



Fig. 2. Elaboración propia.

Entonces, considerando lo anterior, surgen preguntas inmediatas si empezamos a pensar en nuestro trabajo, que es la educación. Primera, ¿estamos preparando a nuestros alumnos para ser exitoso en las siguientes décadas?, hasta podría solo decir: en la siguiente década. Segunda pregunta que se me ocurre, ¿qué expectativas genera nuestra sociedad hacia nosotros, como instituciones de educación superior y como Profesores, para que el desarrollo de la sociedad vaya a la par y aprovechando estos desarrollos de la ciencia? Tercera, ¿cómo cambiaría el sentido y el actuar social del egresado? Aquí consideré al egresado politécnico, pero evidentemente, en los diferentes ámbitos de desempeño de cada uno de ustedes, la pregunta sigue siendo la misma. Cuarta: ¿Cómo podemos prepararnos como instituciones educativas ante este reto, que trata simplemente del actual transcurrir cotidiano que estamos enfrentando? Y, finalmente, la quinta pregunta: ¿cómo podemos prepararnos como países? Estas cinco preguntas me recuerdan esta figurita, que todo el mundo conocemos: el Hombre del Vitrubio. Luego entonces, se me ocurre ahora otra pregunta global: ¿cómo resolver estos retos de una manera sistemática? Una respuesta puede ser preparando alumnado exitoso, para lo cual sería necesario definir qué entendemos por un alumnado exitoso.



Fig. 3. Elaboración propia.

Atender nuevas expectativas o necesidades de la sociedad, es lo que nos toca hacer y tenemos que identificar y definir lo mejor posible el sentido social del egresado, porque la tecnología parece que nos va haciendo personas cada vez más individuales y, al menos físicamente, más distanciadas. Por ejemplo, este seminario nos está uniendo, hablábamos con Mario hace ratito, que mantener esta comunidad es algo muy relevante. Además, la comunidad de este seminario tiene más presente este tipo de preguntas, como es la definición del sentido social o la revisión de ese sentido social, la preparación de nuestras instituciones educativas y la preparación que buscamos como países ante los retos educativos. Desde mi punto de vista, si no hacemos atendemos estos retos educativos, yo entendería que estamos programando el retraso social de nuestros países. Pero, cómo hacerlo sin que la vida se nos vuelva de cuadritos, me pregunto. Ahora, para seguir adelante y para tratar de dar respuesta, las ciencias sociales nos ofrecen ayuda a través de la definición de lo que es una política pública. Hay muchas definiciones, pero una que me gustó mucho es la que refiere a las sucesivas respuestas de un Estado frente a situaciones socialmente problemáticas. Así lo dice Carlos Salazar (Salazar-Vargas, 1994) a mediados de los 90's, refiriéndose a situaciones socialmente importantes, situaciones que parecen relevantes en el presente. Lo siguiente sería visualizar situaciones sociales que se deban de resolver para el futuro próximo.

Las políticas públicas son un conjunto de iniciativas, decisiones y acciones que buscan solucionar una situación. ¿Y qué entendemos por la solución? Pues llevar a cierta situación a mejores condiciones (estado) o convertirla en una situación más manejable, incluyendo el preparar a la sociedad ante exigencias futuras. Y esa segunda parte es a veces la que olvidamos. Con mucha frecuencia, por decir lo menos, he observado que los gobiernos en América Latina nos conducen a estar resolviendo lo presente o inclusive resolver los efectos de situaciones del pasado que en su momento no llegamos a atender; ni consideramos las posibles exigencias del futuro. Entendamos ahora también que la misma técnica o la misma metodología que se da a nivel de país, a nivel de estado, también se puede utilizar para definir políticas institucionales. Las instituciones que a todos nosotros nos interesa son las instituciones educativas donde trabajamos, pero también podemos pensar en otro tipo de instituciones, y lo importante será reconocer que podemos generar políticas institucionales de atención a ciertas situaciones relevantes.

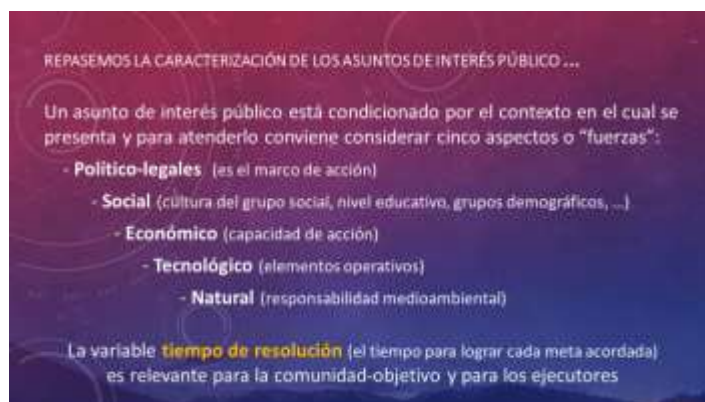


Fig. 4. Elaboración propia.

¿Quiénes pueden o deben diseñar estas políticas públicas? ¿Dónde los podemos encontrar? Entonces, para buscar algún tipo de respuesta, me permito que repasemos la caracterización de los asuntos de interés público. Una posibilidad es determinar desde qué marco se pueden atender u observar los asuntos de interés público. Lo que aquí llamo cinco fuerzas. La primera son las políticas legales, es decir, ¿qué opera?, ¿cuál es el marco de acción?, el contexto de legalidad donde me puedo mover o el contexto de legalidad donde no me puedo mover y, en caso de considerarse necesario, ello implicaría hacer una propuesta de modificación de ese marco legal. Obviamente, los marcos legales en cualquier país tienen que ver con la política imperante, con las propuestas de los diferentes actores políticos. La siguiente, la que está inmersa a cualquier situación de interés público, obviamente, es la social, es decir, cuáles son las expectativas de la sociedad, a qué grupo afecta cierta situación o a qué otro grupo le interesa hacer un cambio de esa situación. La capacidad económica es la tercera fuerza, sabemos que hay muchas buenas ideas, hemos tenido muchas buenas ideas, pero si no tenemos un apoyo económico... Y eso es algo que a veces nos cuesta a los académicos entender. El académico tiene que ser capaz de generar recursos económicos, simplemente para continuar con su propio trabajo, sea de investigación o sea de aplicación de lo que ya se descubrió. Los elementos tecnológicos, es ahora más claro, que son relevantes. La capacidad de comunicación, la capacidad de implementación de alguna decisión, y alguna propuesta de acción tienen que ver con contar con elementos tecnológicos apropiados. En nuestros países hay zonas típicamente rurales donde las facilidades tecnológicas realmente son muy básicas. Pero sin tomar esto en cuenta, como a veces se hace en algunos lugares, algunos gobiernos hacen una implementación de políticas nacionales cuando las diferentes regiones no tienen las mismas capacidades tecnológicas para su implementación. Y finalmente, ya se vuelve cada vez más relevante, son los efectos sobre la naturaleza que, afortunadamente, como les digo, cada vez se toman más en cuenta. Hace años, yo tuve que evaluar un desarrollo tecnológico donde la propuesta contaminaba el agua y entonces, mi

opinión ante el (entonces) CONACYT fue rechazarla, pero estoy hablando de los 90s, cuando en México se empezaba apenas a hablar de ese tema. Y todo lo anterior enmarcado en la variable que a nosotros como físicos siempre nos interesa: el tiempo. Aquí, específicamente, se trata de determinar en cuánto tiempo podremos lograr las metas que lleguemos a establecer. Y esto del tiempo en México, que se dice es un país surrealista, parecería no ser relevante, por desgracia. Así entonces, estos son las fuerzas que tenemos que considerar, o bien las variables, hablando de términos más científicos, con las cuales podemos nosotros caracterizar cualquier situación y saber si es de un interés público o es de un interés muy particular. Además, con esto podemos empezar a vislumbrar qué tipo de personas podrían participar en la toma de decisiones de carácter político. Yo creo que ya los hemos encontrado, ya lo están leyendo (¡TÚ!).

Ahora pasemos a revisar algunos conceptos guías. Para ello, hablaré del artículo tercero de la Constitución Política de México, donde se define todo lo referente a la educación que se imparte en nuestro país, en México. Y para hablar de conceptos guía, me puse a buscar las palabras por su frecuencia de repetición en este artículo, y entonces encontré estas palabras, muchas de ellas son por ustedes conocidas, pues en las diferentes normatividades de diferentes países las encontramos. Creo que todas o la mayoría de ellas, ustedes también las han revisado en las normatividades propias de sus países. Pero fíjese que en México falta una que específicamente busqué y, finalmente, no encontré. El concepto que a mi consideración debería de aparecer en nuestra constitución es: calidad en la educación superior. Y podríamos buscar y puedo asegurarles que “calidad en la educación” no aparece tampoco, parece que no importa. Este concepto no se registra en el marco de referencia del ámbito y de los alcances de acción, como vimos cuando hablamos de tomar decisiones para atender los retos, muy al inicio de estas láminas. Nuestra constitución, al menos en México, no contiene el término calidad en la educación. Algunos investigadores mexicanos han trabajado mucho sobre este tema. El doctor Carlos Muñoz Izquierdo, quien durante 30 años estuvo trabajando sobre temas educativos, dice algo bien interesante (Muñoz, 1994), que la educación es de calidad cuando está dirigida a satisfacer aspiraciones, aspiraciones sociales; y esta misma educación de calidad debería de generar beneficios sociales y económicos. Y muchas veces, o al menos hablo por mi persona, cuando estudiaba física me fascinaba ir entendiendo cómo opera la naturaleza, pero, en verdad, de lo que nunca imaginé hablar mucho fue de economía. Alguna vez en la escuela propuse que hubiera algún curso de historia de problemas socioeconómicos de México, lo cual fue rechazado por mis profesores de aquella época y por mis compañeros estudiantes. Y entonces, eso no me dio tampoco la oportunidad, y es algo que poco a poco, cuando uno va haciéndose mayor, se da cuenta que hay algo relevante ahí y que uno no lo sabía. Pero Carlos

Muñoz nos lo dice con mucha claridad: la educación de calidad también debe generar beneficios económicos. Y esto lo estoy resaltando mucho, porque a veces encuentra uno colegas que hablan mucho de la investigación básica y siguen hablando de investigación básica y no alcanzan a vislumbrar que los resultados de la investigación básica pueden ir más allá y generar riqueza social.

Otro camino que quizás también nos puede ayudar es la construcción de un nuevo modelo de sociedad. De eso también se ocupó la teoría de la educación, como en los 70s, se generó una corriente que se le llamó el reconstruccionismo, que justamente dice que la educación y las políticas públicas deberían de generar un nuevo modelo de sociedad. Lo interesante es que ahora ya nos es más claro, espero que a más gente nos sea más claro, que necesitamos construir ese nuevo modelo de sociedad, como lo vimos en la primera lámina la quinta Revolución Industrial ya está hablando de un nuevo modelo de sociedad que está operando en ciertos países y nosotros nos estamos atrasando. Entonces, hay que empezar a tomar decisiones de otro estilo. Y aquí quiero también resaltar dos hipótesis de Jordi Planas, que es un investigador de la Universidad de Barcelona, quien dirigió un grupo de investigadores deseosos de evaluar algunos efectos del Proceso de Bolonia. Como ustedes saben, en la primera década de este siglo Europa, a través de la creación de la Unión Europea, también buscó generar un espacio común educativo. Jordi Planas, junto con otros investigadores europeos, establece dos hipótesis:

- La primera. ¿La universidad debe atender las necesidades expresadas por el sector productivo?

Aquí, quiero resaltar que esta primera pregunta de investigación me recuerda mucho a lo que ocurre México cuando hablamos de la pertinencia de un programa educativo: siempre estamos viendo si nuestro egresado cumple las expectativas del sector productivo. Así entendemos la pertinencia.

- la segunda: ¿la universidad puede proponer oferta educativa novedosa y el sector productivo, de todos modos, empleará a sus egresados?

Esto es, aunque el sector productivo no haya generado una necesidad específica de empleados formados o especializados.

La conclusión fue que ambas hipótesis son correctas. Las dos cuestiones tienen validez (Planas, 2011). Y a más de diez años de distancia de publicados sus resultados, observamos cómo se crean muchas empresas, sobre todo de base tecnológica, donde muchos de sus fundadores, inclusive, ni siquiera terminaron la universidad, digo, eran estudiantes universitarios y abandonaron sus estudios porque ya tenían una idea innovadora y con ello crearon empresas que actualmente rigen gran parte de la producción. Pero habría que observar que estas dos preguntas que se plantearon en Europa hace más de 20 años relacionan a la

universidad y al sector productivo. No hablan de la universidad y del prestigio académico de los investigadores, hablan de la universidad y su vinculación directa con el generador de riqueza social, como bien lo vimos en láminas anteriores, por eso también me parece importante mencionarlo.



Fig. 5. Elaboración propia.

Este esquema pretende mostrar la estructura que se ha creado en México para evaluar la calidad educativa a nivel superior. Vemos que hay evaluación de alumnos, quienes son evaluados durante toda su la vida estudiantil, pero también a través de exámenes nacionales, como el de egreso de las universidades o ingreso al posgrado del Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL), o como el Examen Nacional para los Aspirantes a Residencias Médicas (ENARM) para el ingreso a especialidades en salud, o los exámenes de los Comités Interinstitucionales de Evaluación de la Educación Superior (CIEES) que evalúan la competitividad técnica. También hay evaluación de profesores, que lo hacen los alumnos dentro de evaluación de 360 grados. El Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología, (SNII), la SEP también hace evaluación del perfil deseable de los profesores a través de un programa que se llama PRODEP (antes PROMEP). Los programas de estudio también son evaluados en México, mediante sus agencias acreditadoras por campo disciplinar. El mismo CONACYT estuvo evaluando durante 30 años los posgrados de una forma muy sistemática. Las instituciones en México también son evaluadas. La propia institución hace su revisión autocrítica y las diferentes agencias nacionales (como la ANUIES) para tener pertenencia a ciertas asociaciones. Se suman ahora los rankings nacionales o internacionales, los cuales generan también cierta presión, y que quiero entenderlos como los que ayudan a saber cómo somos vistos desde afuera del país para tener una idea más objetiva de nuestros avances. Además, contamos con intercambios con otras instituciones, que permiten un proceso de polinización en términos de calidad educativa, pero

también movilizan ideas que pueden ser implementadas o mejoradas o adecuadas en el ámbito educativo de un país hacia otro.

La investigación misma también es evaluada. Y es evaluada no solamente en términos de la calidad, sino en términos del financiamiento. Y debería de ser evaluada en términos de sus efectos. Los efectos los puse en la parte superior derecha de la Figura 5, pues lo que llamamos calidad también debería ser entendido como éxito institucional, satisfacción del personal que trabaja en una institución, reconocimiento académico, el prestigio social de la institución o de sus participantes o de sus egresados, nuevas inversiones económicas y lo que en muchos países se llama la tradición académica. En Europa se habla mucho de ella, así también en el norte de los Estados Unidos. Nosotros en América Latina no la referimos mucho. La tradición académica no tiene que ver con la antigüedad de una institución, sino con otros factores que hacen que su calidad se autorregula y eleva, y donde su personal está orgulloso de trabajar en ella, pero aún más, la sociedad también está orgullosa de contar con dicha institución educativa o científica.



Fig. 6. Elaboración propia.

Al menos desde mi punto de vista en el Instituto Politécnico Nacional, que es la institución educativa tecnológica más importante de México, nos falta una política institucional de investigación y posgrado. Es decir, tenemos acciones, tenemos un marco regulatorio, tenemos un grupo de profesores de alto nivel, un buen número de estudiantes, tenemos instalaciones, tenemos la infraestructura y los recursos, etcétera, pero nos falta definir hacia dónde tiene que ir el politécnico y cuándo tiene que cumplir ciertas metas. Recordemos el tiempo de ejecución, el tiempo de resolución, que yo les comenté en términos de políticas públicas, ese, a mí me parece personalmente que nos falta establecerlo con objetividad.

¿Y qué tenemos que hacer? Pues elaborar políticas institucionales y la verdad los pasos a seguir no son tan complicados: se empieza con un diagnóstico, ser

consciente de lo que hay y de lo que no hay. Y teniendo en la mira un asunto específico, hacer la valoración para saber si es de interés público o simplemente de interés personal. Cuando hay un interés personal, se crea una empresa. Pero cuando si se trata de asuntos de interés general, hablaremos de políticas institucionales. Siendo este el caso, habrá que plantear los objetivos a mediano y largo plazo. ¿Por qué no corto plazo? Pues, porque no, porque entonces deja de ser una política institucional (o en su caso, pública) y se convierte en una acción correctiva para resolver algo urgente, o acaso una acción preventiva, en el mejor de los casos. Posteriormente a saber lo que queremos hacer, los objetivos, entonces habrá que diseñar cuáles serían los “cómo”, es decir, la serie de estrategias. Finalmente, vendría un plan de acción detallado. No hay ciencias ocultas, obviamente, todo esto tiene una metodología que se debe de cumplir.

Pero la verdad de las cosas es que cuando hablamos de políticas públicas, nos parece algo así que solamente cierto grupo de personas pudieran hacer. No es el caso. Yo les puedo brevemente comentar que mi participación activa en las políticas públicas se debió a que cuando estudié en Alemania, como becario por el propio gobierno alemán, me encontré con el poco reconocimiento de los grados mexicanos en el extranjero. Por lo tanto, al regresar a México, busqué ingresar al ministerio de educación mexicano (llamado Secretaría de Educación Pública, SEP) y a partir de ahí empecé a involucrarme en política pública, yo quería cambiar esa situación, hacerla evidente al menos. Y eso me llevó a la primera política pública donde participé, una cuyo fue mejorar la calidad de la educación superior modificando la composición del profesorado de las universidades públicas estatales mexicanas respecto a su formación a nivel posgrado. En aquel momento, solamente el 25% de los profesores de tiempo completo tenían un posgrado, una maestría o un doctorado, del total de la planta académica. Al terminar ese programa, que duró 12 años, ya el 85% del profesorado en mención contaba con un posgrado, estoy hablando del año 2008. Ahí en la SEP leí, estudié, aprendí y obviamente me asesoré de gente que sabía de esto. Ese proyecto se llamó PROMEP, Programa de Mejoramiento del Profesorado, que mencioné en una de las gráficas, sigue activo en su segunda fase y ahora se llama PRODEP. El grupo que diseñó esa política pública estuvo conformado por el Subsecretario (de Educación Superior e Investigación Científica), quien era un Ingeniero Civil, Premio Nacional de Ciencias, un profesor de Física, otra colega física con maestría en computación, una pedagoga, un ingeniero mecánico, un filósofo y yo, posteriormente se integraron colegas que sabían de Planeación Estratégica. Ellos eran del área de ingeniería también. No había ningún politólogo en este grupo de trabajo, no porque fuera malo, sino simplemente no se dio en esa concurrencia de carreras profesionales, pero quería mencionar esto último simplemente como un ejemplo de que los científicos sí podemos ser partícipes de políticas públicas.

Muchas gracias y pasemos a la siguiente etapa de la parte más bonita de estos seminarios que es la charla. Gracias, Mario.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Gracias, Luis. Muy interesante. Y este último párrafo que nos comenta sobre que los científicos podemos hacer políticas públicas, creo que nos debe de llevar a la reflexión. Pero bueno, tú y yo nos podríamos quedar aquí platicando horas. Lo importante es ahora cuando se abra el debate. Y bueno, compañeros, hay que aprovechar a alguien con la experiencia del doctor Luis. Entonces, quien tenga preguntas o comentarios. Adelante, Diana, por favor.

**Dra. Diana López:** Para mí es superinteresante esta última experiencia que comentó de cómo implementó el programa de reforzamiento de profesores a niveles públicos. Y a mí me gustaría que me contara más acerca de este proceso, porque yo soy formadora docente. Me interesa saber cómo se logró eso, cuáles usted considera que fueron las acciones más importantes, las recomendaciones que da a formadores como yo para llegar a ese nivel en el cual algo se convierte en política pública y que en 12 años el ochenta y tantos por ciento de profesores ahora cuenten con un posgrado, si comparamos con lo que había antes, me parece asombroso, me gustaría que nos contara más de esa experiencia.

**Dr. Luis Cuauhtémoc Gil Cisneros:** Muchas gracias, Diana. Lo primero que puedo recomendar a cualquiera es recordar que, como científicos, nos formamos con dos, diría yo, dos características: la curiosidad que tenemos por aprender y por descubrir, por entender. Y segunda, la capacidad que tenemos de aprender. Y no quiero sonar pedante, pues más bien nuestros profesores nos fueron entrenando en este ejercicio de buscar este conocimiento y combinarlo para encontrar soluciones. Esa sería mi primera recomendación: sabernos capaces de aprender.

El cómo se logró este resultado, podría decir que, con convicción, diálogo y mucho trabajo cotidiano. En aquel tiempo, circunstancialmente, llegó un grupo de físicos de la Universidad Nacional Autónoma de México, yo era el único del Politécnico Nacional, y empezamos a hablar en el mismo lenguaje disciplinar, eso nos sirvió también, y coincidimos en que deberíamos de hacer algún cambio, que no podía México esperar más para mejorar la formación universitaria y definimos una premisa: Es importante que el profesor primero sepa muy bien su disciplina y después se mejore en aspectos pedagógicos. Inclusive si un profesor tuviera facilidad de comunicación con su grupo y el grupo le planteara preguntas de su disciplina y dicho docente no fuese capaz de contestarlas, entonces no tendría el efecto de mejorar la educación. Como consecuencia, la decisión fue apoyar al profesorado universitario de tiempo completo a su especialización en nivel posgrado en su propia disciplina. El programa lo diseñamos en seis meses, lo sometimos a la

ANUIES, la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior en México. Y ya con ese aval, lo lanzamos como una instrucción pública (con sus normas), acompañada de recurso económico, es decir ya como política pública nombrada PROMEP (Programa de Mejoramiento del Profesorado). Este estímulo económico fue en varios sentidos: una beca de estudios de nivel posgrado, además de conservar ingreso salarial, sus prestaciones como docente y la antigüedad en su empleo. Por otra parte no podía elegirse cualquier posgrado, pues los requisitos fueron: demostrar su aceptación a un posgrado de calidad reconocido por el CONAHCYT o a un posgrado en el extranjero avalado por la Secretaría de Educación Pública, además el posgrado debía ser en alguna disciplina incluida en el ámbito de la facultad, escuela superior o centro de investigación de adscripción del docente y, aún más, alineada con alguna de las LGAC (Líneas de Generación y/o Aplicación del Conocimiento) cultivadas por el cuerpo académico en el cual la o el docente formara parte. Planteamos un programa con un horizonte de operación de diez años con la meta de que la conformación del profesorado de tiempo completo de las universidades públicas estatales mexicanas pasara del 25% al 100%. Inclusive me platicaron la “regla en uso” de no proponer programas públicos para más de tres o cuatro años, no la creí, yo dije: *¿y por qué no?*. Y la experiencia de otros países me enseñaba que son exitosos porque tienen la mirada a mediano y largo plazo. Entonces proseguimos con nuestra propuesta de hacerlo a 10 años. Afortunadamente, estando aún en la etapa de implementación (a nivel país tardamos unos 3 años) y con cambio de partido político en el gobierno, de un partido político que había tenido el poder más de 70 años a otro partido de derecha, llegó como subsecretario otro físico que mantuvo la idea. ¿Por qué este programa duró 2 años más de lo planeado? Justamente porque implementar acciones, convencer, encontrar los recursos nos llevó más tiempo del que se pensaba. A modo de ejemplo de la aplicación de la física les puedo narrar dos ejemplos: para contar con una estimación del número deseable de profesores con posgrado a requerir inicial hicimos un análisis del comportamiento de la matrícula en instituciones públicas a nivel superior. Entran muchos y salen pocos, pasa en todos nuestros países latinoamericanos. ¿Cómo lo hicimos? Un modelito de física, el transporte de un fluido (con pérdidas a lo largo de su trayecto en una tubería) lo equiparamos a la matrícula de los estudiantes a lo largo de sus estudios de nivel licenciatura. El segundo ejemplo fue cuando conseguimos que el Gobierno generara nuevas plazas, de los niveles más altos en México, titulares A, B, C. ¿Cómo conseguimos que los economistas nos concedieran ese aporte extraordinario para los profesores que se iban formando en maestrías y doctorados? Pues una vez frente a ellos, nos preguntaron: *¿Y cuál es su memoria de cálculo? ¿Por qué me pide este número exacto de plazas y en estos tres niveles de ingresos?* Y respondimos: *¿de qué nos habla?* Yo como físico no sabía qué era eso, pero dije: *Sí, hicimos una simulación. Sí, le voy a traer la próxima vez los resultados.* Entonces, le llevé un paquete. Bueno,

eran como 100 hojas de las usadas en las impresoras de inicio de este siglo, con los resultados de la simulación, hecha para cada universidad pública mexicana estatal. Y entonces, el tipo que estaba ahí resolviendo, nada más abrió las primeras hojas y vio un montón de números y dijo: *No, no está bien, pueden llevarse su memoria de cálculo*. Lo que les quiero transmitir es que los tomadores de decisiones, aunque nos pidió la memoria de cálculo, no estaban acostumbrados a cierto rigor científico de los cálculos. Espero con esto dar un poquito de idea, Diana, de lo que me preguntas.

**Dra. Diana López:** Esa última parte me pareció interesante. Los tomadores de las decisiones en aquella época, me decías, no les gustaba como que les mostraras datos. En tu experiencia, ¿qué les gusta? Ahorita, para llegar con una propuesta, ¿qué palabritas son las que debe de tener para que les llame al menos la atención? O sea, ese “speech” de 60 segundos que alguien dice que debes de preparar, ¿qué palabras sugieres que debe de tener?

**Dr. Luis Cuauhtémoc Gil Cisneros:** Qué buena pregunta. Daré un ejemplo mencionando que hace poco trabajé en el Instituto Mexicano de Petróleo (IMP), que tiene un posgrado muy interesante, pues de origen está vinculado con la industria, la industria petrolera en México. En algún momento un director general, exgerente en PEMEX, consideró que habría que cerrar el posgrado, por no generar ganancias económicas directas. Y entonces, en mi rol de coordinador de ese programa decidí defender su valor y me puse en contacto con un alto funcionario de la Secretaría de Energía, pues este instituto depende de este ministerio en México, y entonces con unas 15 láminas, máximo, le dije *voy a explicarle de manera muy breve la importancia de los estudios de posgrado en el IMP*. Al finalizar mi presentación me dijo: *Oiga, doctor, le agradezco mucho su esfuerzo, pero la verdad, así como lo que me acaba de plantear, me convengo de que hay que cerrar ese posgrado, porque yo no veo los beneficios*. Y sorprendido le reviré: *Doctor, discúlpenme. Deme otra oportunidad de volver, creo que yo no supe explicarle*. Al regresar a la oficina, averigüé su formación académica, lo cual acostumbraba, pero por la prisa lo había omitido, y supe que él es economista. Entonces reformulé la presentación basada en datos económicos, en gastos y en aportaciones de las investigaciones. Esto segundo fue relativamente fácil, porque las investigaciones que hacían los tesisistas tenían que ver con proyectos de resolución de problemas técnicos de PEMEX, que en otros casos no siempre es tan fácil de relacionar. Y entonces, una semana después atendí la cita con el funcionario y expuse mis ideas en términos de su propio lenguaje disciplinar, y al terminar, me dijo: *Doctor, ha defendido muy bien su posgrado. Desde esta Secretaría voy a recomendar que no se cierre*. Y así lo salvamos. Luego entonces, respondiendo a tu pregunta, lo primero es ubicar el idioma disciplinario de la contraparte y mostrarle las ventajas en su propio idioma.

Porque si no, si sólo hablamos como académicos o como físicos o como expertos en educación, los tomadores de decisiones nos van a decir lo que me dijeron a mí: *Está muy interesante, pero no nos sirve*. Hay que usar esos pocos minutos como tú lo planteas y pensar bien qué es lo que vamos a proponer. Cuando aprovechamos nuestros tres minutos de speech para transmitir, dejar una idea en alguno de ellos, es posible que te llamen y te pidan que participes.

Les quiero compartir que obtuve trabajo en la SEP por una circunstancia muy azarosa, que supe aprovechar, pues previo a ello ya había preparado mi speech de tres minutos. Cuando buscaba trabajo en este ministerio de educación, la chica del conmutador me comunicó a cierta extensión telefónica donde un hombre, que no se identificó, preguntó por el motivo de llamar a esa oficina, entonces respondí: *Mire, yo soy físico y tengo esta idea... y creo que esto es necesario hacer en México*. Me refería al reconocimiento de grados mexicanos en el extranjero, como ya les mencioné. Mi speech duró 2 minutos y 36 segundos, porque lo cronometré con mi reloj para no rebasar los tres minutos. Sin haber sido interrumpido, al concluir escuche: *Mire, está hablando con Luis Lloréns, Subsecretario de Educación Superior. No entiendo cómo me llamó a este teléfono que es exclusivo para funcionarios de la secretaría*. Yo relaté que quizás había ocurrido por un error involuntario en el conmutador, y me dijo: *Me parece interesante lo que me propone. Le voy a pedir a mi coordinador de asesores que platique con usted. Si a él le parece, entonces tendremos otra plática usted y yo*. Y así, gracias a un speech de tres minutos bien ejecutado entré a la SEP y así a la política pública. No sé si esto les deja ideas.

**Dra. Diana López:** Sí, estoy apuntando muchas ideas. Me encantó eso que me comentaste, que depende del funcionario, no hay una receta. A la persona a la que vas, invéstigala, porque tienes que cambiar tu speech dependiendo de la persona a la que te diriges. Muy bien. Una última pregunta. ¿Crees que si no estuvieras en la SEP, si te hubieras quedado en el Politécnico, hubieras logrado el impacto que lograste? o definitivamente alguien que quiera cambiar la educación debe meterse en la SEP.

**Dr. Luis Cuauhtémoc Gil Cisneros:** Qué buena pregunta. No lo hubiera logrado. Bueno, al nivel nacional no. Seguramente, nos hubiéramos juntado varios colegas para hacer cambios, así como con Mario, que ahora platicamos cada vez más frecuentemente. Pero los cambios, seguramente, la mayoría de ellos hubieran sido al interior de la institución, lo cual no es nada malo. No los quiero desanimar. Y ustedes que viven en cada una de ellas, se dan cuenta que sí hay cosas que mejorar. Con trabajo y autoconfianza algunas de las ideas de mejora hubieran salido hacia el exterior, hacia el CONAHCYT o hacia la Secretaría de Educación Pública,

porque ideas que aplicaron o existen en la política pública educativa de México surgieron de propuestas universitarias.

Voy a dar un ejemplo, en el marco de este mismo programa, PROMEP. Alguna vez llegó un colega de la Universidad Autónoma de Estado de Morelos, que es una universidad relativamente pequeña, en un estado al sur de la Ciudad de México. Y me dijo: *Oye, Luis, fíjate que yo tengo una necesidad mayor a las 12 plazas nuevas de profesores que nos han asignado. Yo necesito 20 plazas.* Le pregunté: *¿Qué ofreces a cambio para mejorar el programa si yo consiguiese otras ocho plazas para tu universidad?* Y completó: *Mira, tengo una idea, no sé si esté correcto o sea muy descabellada, quisiera exclusivamente contratar a doctores, jóvenes doctores, pero además que todos tengan ya el nivel uno del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) o producción académica equivalente para que tras su contratación los postulemos para que obtengan dicho reconocimiento SNI.* En aquella época, el entonces CONACYT no otorgaba el SNI a nadie, excepto a profesores adscritos a una universidad mexicana. Entonces conseguí las ocho plazas extras. Lo que el colega propuso es regla actualmente en México: es muy difícil ingresar a una universidad cuando se ofrecen plazas de tiempo completo, sin contar con el doctorado y tener méritos académicos equivalentes o ser ya miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores. El Dr. Iván Ortega Blake (entonces Director de Posgrado e Investigación de la UAEMor) trajo esa idea al PROMEP (y al país), y eso no se nos había ocurrido. Por tanto, sí hay forma de que de las universidades pase alguna buena idea de ámbito nacional. Y lo importante aquí es dar la idea. Si el funcionario en ese momento la capta o no la capta, esa es otra cosa, ese es el problema del otro. Nosotros podemos ser propositivos, lo somos. Yo he estado ya en varios seminarios y noto sus capacidades y sobre todo esa, la capacidad de proponer, de no tener miedo, esa es una cosa muy relevante.

Entonces, regresando a tu pregunta, el camino hubiera sido otro, pero no está impedido, ni es obligado, pero sí ayuda mucho estar en las mesas donde se toman decisiones a nivel nacional. Ayuda muchísimo porque el efecto se logra mucho más rápido, desde mi punto de vista.

**Dra. Diana López:** Muchas gracias, doctor.

**Dr. Luis Cuauhtémoc Gil Cisneros:** Con gusto, doctora.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Gracias, Luis. Yo creo que es muy importante. Incluso quisiera ligarlo haciéndote una pregunta antes de dar paso a los demás, porque haces mucho énfasis en que has coincidido con grupos de físicos a la hora de proponer ideas... esto es circunstancial, evidentemente. Pero algo que platicábamos, incluso previo a esta charla y cuando platicamos para invitarte, y que a mí me causa mucho interés, y porque tengo la misma formación de físico de la

misma escuela donde tú vienes, y siempre vimos que a pesar de nuestra formación de cuatro años, e inclusive sumando maestrías, doctorados, no tenemos algo que nos dé una preparación para formular ideas en esos tres minutos que platicabas con Diana. Pareciera paradójico. Bajo tu experiencia, y sé que es muy amplio y no lo podríamos resolver en una pregunta, pero ¿qué recomendación harías para complementar esta formación del físico? Ahorita, a lo mejor, me limito a los físicos, pero creo que podría ser extensivo para matemáticos, químicos y cualquiera persona que se dedique a la ciencia, para que pueda preparar esos “tres minutos”, que son sumamente importantes.

**Dr. Luis Cuauhtémoc Gil Cisneros:** Sí, fíjate, la pregunta es muy buena. Yo planteaba que en los seminarios de investigación deberíamos de solicitar a los estudiantes dos cosas. Una, que nos explique, y me voy a ir fácil, su tema de tesis o su relevancia o qué hizo o qué descubrió en tres minutos. Segunda, que lo explique como si sólo tuviésemos una formación de educación básica. ¿Por qué? Porque entonces el reto es durísimo, pero formativo.

Les comparto el origen de esto. Una vez iba bajando del edificio donde vivía, yo era estudiante y llevaba libros. Entonces me ve el barrendero y me saludó diciendo: *Buenos días, joven. Discúlpeme, yo lo veo con libros ¿usted estudia o qué, por qué lleva tantos libros?* Y le respondí bien contento: *Sí, sí, estudio Física, señor.* En seguida me planteó una pregunta que por sorprendente casi me caigo de las escaleras: *Oiga, ¿qué es física?* Entonces, según yo le expliqué, no me pude dar a entender. Y como yo no podía, le dije: *Mire, los físicos... ya ve que el hombre llegó a la luna, entonces los físicos trabajamos en eso para buscar que haya cohetes y que el hombre pueda viajar y no sé qué.* Y me dijo: *Sí he escuchado de eso, pero ¿qué es la física?* Para acabar pronto, no le pude explicar a alguien que tenía educación básica o no sé si inclusive la había terminado, me fui avergonzado por no poder explicar a alguien con el interés y la curiosidad de saber qué es la física. Ese fue mi primer encontronazo de comunicación. Y de ahí aprendí. Años después, cuando regresé de terminar el doctorado, trabajé en una empresa integradora de comunicaciones, pues quería enfrentarme al mundo real, desde estudiante me interesaba la aplicación real de la ciencia. El asunto es que en esa empresa pues aprendí eso de los tres minutos, porque teníamos que concursar proyectos ante diferentes posibles clientes y teníamos que explicar nuestra propuesta en poquitos minutos, bueno ahí eran 10 minutos. Entonces me propuse poder explicar en tres minutos y a alguien que no es físico. Esa era mi premisa, alguien que no es físico. Ya después esto de googlear a la gente y ver su currículum, ya fue algo que se le va a uno ocurriendo.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Excelente. Es algo que yo creo que incluso para nuestro posgrado tendremos que retomar, porque esta parte de explicar, como

bien dices, en tres minutos nuestro proyecto no se nos da tan sencillo. Más los físicos empezamos a platicar en función de ecuaciones y de modelos, etcétera, y la audiencia seguro se pregunta ¿para qué sirven? Este ejemplo del barrendero me parece genial. Chicos, ¿alguien más?, si no yo aquí me sigo platicando, ya saben. Incluso aquí tenemos colegas que son o han sido funcionarios. Está Johnny, está Diego. Adelante, Diego, por favor.

**Dr. Diego Becerra:** No pues, como anécdota, no solo pasa en Europa, sino pasa acá en Colombia. Terminé el doctorado en 2018 y hasta este año fue que pude obtener la convalidación acá en Colombia para que fuera legal. Realmente esos problemas de burocracia, de leyes y de otros aspectos, ocurren no solamente cuando se va a Manchester o Alemania, sino también pasa acá en nuestra misma región. No era pregunta, era un apunte.

**Dr. Luis Cuauhtémoc Gil Cisneros:** Y tienes toda la razón. Erróneamente a un colega se le ocurrió agregarle unos renglones a un certificado, porque no era reconocido un doctorado dentro de nuestra región, ya que “sólo” aparecían tres seminarios; y cosas así. Antes de empezar esta sesión, hablaba con Mario, estabas tú Diego y algunos otros compañeros conectados, y comentábamos que los estudios de educación comparada también son muy interesantes, por lo menos para mí, porque atienden dos aspectos. Uno, la evaluación de lo obtenido y la definición disciplinar en los diferentes países. Y el segundo es la normatividad. No hablamos los mismos lenguajes.

Recuerdo que codirigía, por parte de México, un consorcio México-Francia de doctorados conjuntos. Entonces cuando nos sentamos con los franceses para evaluar los proyectos, notamos que ellos evalúan con letras y nosotros con números. Ellos califican con A, B, C y luego el A+, A-, y B+, B- y así. Y nosotros del 1 al 10. Estos es: nueve niveles de los franceses y diez niveles los mexicanos. Entonces, a veces para cosas tan aparentemente sencillas, hay que sentarse y establecer una metodología sistemática para que entendiera cualquiera. Nosotros, particularmente los físicos y los matemáticos somos muy buenos en eso, en sistematizar asuntos cuantitativos, y eso hay que aprovecharlo, porque luego un politólogo o de otra disciplina, no están entrenados, no que no puedan, sino que no están entrenados para eso.

Retomando el asunto, se entiende que ese tipo de cuestiones, como te pasó a ti, Diego, de pasar a que te reconocieran el grado mexicano, pues le enoja uno. Algo así me motivó para buscar el reconocimiento de los grados mexicanos en el extranjero: no quise que ningún otro mexicano pasara por lo que yo pasé, pues “perdí” dos años de mi vida haciendo evaluaciones para la universidad alemana que no reconoció los estudios realizados en mi país, en ese caso para ingresar a su doctorado. ¿Por qué? Bueno, también tiene uno sus convicciones. En aquel

momento mi profesor me decía: *Hagamos una tesis y le van a otorgar la licenciatura alemana*. Yo le respondí: *No, profesor, le agradezco mucho, reconozco sus grados y pido que reconozcan los grados mexicanos*. Y ahí nos enfrascamos, porque yo ya no concedí. Entonces, concluyeron *“Hay que evaluar si este señor sabe física”*. Dos años me pase ahí haciendo cosas que no contribuyeron a mi doctorado, pero sí contribuyeron a mi conciencia, a saber que el problema no es personal, el problema es a nivel de autoridades o de gobiernos que no se han puesto de acuerdo en reconocerse las equivalencias.

Sí, esas experiencias personales se pueden utilizar para beneficio de otros, para que ya no pasen por lo mismo que pasaste.

**Dr. Diego Becerra:** Si tal cual, así ha sido. Y como tratando de replicar lo que dices, desde la experiencia, he orientado a los nuevos compañeros y también Óscar Jardee, otro compañero fundador de estas charlas, quien fue quien nos orientó. Gracias.

**Dr. Luis Cuauhtémoc Gil Cisneros:** Sí, con gusto.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Gracias, Diego. Doctora Soraida, adelante, por favor.

**Dra. Soraida Zúñiga:** Antes que nada, hola a todos. Doctor Luis, muchas gracias por esta charla que ha sido de verdad muy interesante. Tengo dos preguntas. La primera sería respecto de esa política pública, que tú conoces mucho más que nosotros. Qué evolución has visto tú desde todo tu trabajo, lo que nos has estado platicando, y toda tu evolución ¿Qué diferencias, qué cambios has observado en esa política pública? O sea, si tú ves alguna mejora o algún área de oportunidad o cómo ha evolucionado, a grandes rasgos, yo sé que es una pregunta tal vez muy amplia, pero ¿en qué punto estamos dentro de esa política pública y de qué tanto nos involucra ahora a los científicos o no? Y la segunda es: ¿qué podríamos hacer nosotros, que estamos involucrados en el área de la ciencia y en la docencia también, y que estamos interesados y metidos, algunos de nosotros, en esa parte de la política o de la gestión, ¿qué podríamos hacer para mejorar ese impacto o esa función que nosotros podemos tener dentro de la política pública? Gracias.

**Dr. Luis Cuauhtémoc Gil Cisneros:** Sí, Soraida. También es bien interesante esto. Es muy general, pero trataré de sintetizar lo más que pueda. Ingresé a la SEP en 1995 y en el 96 fue cuando diseñamos y empecé en forma a participar en el diseño de política pública. Y a lo largo de este tiempo he visto que sí ha evolucionado en términos de disciplina y además ahora ya se aplica en México una metodología para evaluar el impacto de las políticas públicas. Alguien una vez me preguntó: Oye, ¿y

*esto en qué va a terminar? Y yo dije: Discúlpame, no lo sé, hemos hecho un planteamiento lo más sistemático posible, pero no sé en qué va a terminar.* Ya hay una metodología que se ha estado probando en varios países y América Latina la ha implementado, se trata de la evaluación de impacto. Y la evaluación de impacto toma sus métodos de las ciencias sociales. Tienes un grupo de control y un grupo que participó en las acciones de cierta política definida. Y ahí usas estadística y otros instrumentos de las ciencias sociales. Ya podemos diferenciar más claramente a la política pública, de las ocurrencias públicas, que aún ocurren en algunos gobiernos. Sí hay forma de avanzar, sí hay forma científica, sí ha avanzado la disciplina y la metodología de la política pública. ¿Qué se puede hacer? ¿Cómo participar? Mi recomendación es que si generan ustedes una idea, quizás iniciar platicando con colegas y si pueden con colegas de otras disciplinas que tengan que ver con esa temática, quienes contribuyan con preguntas u otras aportaciones. Y ya cuando tengan más madurada la idea, preséntenla al siguiente nivel de contacto, un tomador de decisiones, digamos, el jefe del departamento en el trabajo o el subdirector académico. O bien, si ustedes consideran que su idea tiene una relevancia más allá, pues llevarla a las instancias públicas que estén relacionadas al tema. Hace dos seminarios, no recuerdo ahorita el nombre de la doctora, que nos estaba explicando cómo hace estudios de género y cómo hace que las niñas participen en las áreas STEM. Y entonces, ella lo empezó en una escuela, pero ya se extiende su idea poco a poco. Recordemos que esas personas que salen luego en las noticias o en los periódicos o que esperamos para que inicie una ceremonia, son servidores públicos y son personas como nosotros y hay que intentar plantearles nuestras ideas. A veces no es tan fácil tener el acceso, eso es cierto. Pero hay que buscar los canales e insistir. Yo resumiría: generar la idea de cómo podemos contribuir, madurarla, revisar los diferentes aspectos, preparar nuestro speech de tres minutos y prepararse para aguantar dos o tres preguntas muy incisivas, que podrían ser: ¿Y para qué me sirve lo que me acabas de decir? Uno de estos personajes públicos podría preguntar: ¿Y a mí qué me importa? O sea, aguantar eso. Entonces, prepararnos con la respuesta, con la respuesta madura para contestar preguntas que pueden sonar al principio un poco ofensivas, inclusive. Pero a veces es la forma en la que reaccionan ciertos políticos, tomadores de decisiones, a veces esos políticos no van a tomar la decisión, te van a mandar con alguien que sepa entenderte y se interese en saber un poco más, o que tenga más tiempo de dialogar contigo. No sé si contesté, Zoraida, a la inquietud.

**Dra. Soraida Zúñiga:** Sí, muchas gracias, doctor. Le agradezco. Gracias.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Gracias, gracias, Soraida. Y bueno, tenemos que ir cerrando por cuestiones de tiempo. Es un tema que da para mucho, incluso como ya lo colocó en el chat, Diana, necesitamos crear una materia que tenga que

ver con política pública dentro de nuestro propio posgrado. Por eso fue la pregunta hace rato con un poco de jiribilla, se diría por acá, porque es crear esa necesidad. Entonces, Luis, agradecerte mucho. Como ves, es un tema que da para más y nos podríamos seguir aquí mucho tiempo. Entonces, Luis, agradecerte muchísimo el que hayas acudido con nosotros y pedirte, Luis, si quieres algunas palabras finales para poder cerrar.

**Dr. Luis Cuauhtémoc Gil Cisneros:** Sí, muchas gracias. Primero agradecer la invitación a hablar de este tema que quizás lo notaron, me apasiona. Y lo segundo, agradecerles también las preguntas. A mí me parecieron no solamente interesantes, sino me hablan de que les puede parecer interesante también entrar en estos temas de actividad profesional. Y sobre todo porque lo que aprendemos hay que transmitirlo. Yo siempre he entendido que parte de mi función en los cargos que he podido llegar a tener, como no me daba tiempo de impartir docencia, entonces trasladé esa vocación a formar o tratar de formar a compañeros jóvenes para que en un momento dado llegaran a ocupar esas posiciones. Y por eso me da mucho gusto participar en este seminario donde Mario me ha invitado. Y que seguiré participando, porque sembrar semillas es parte de nuestro trabajo como docentes, y si les dejo alguna semilla, pues estaré mucho más contento del resultado de este seminario. Y obviamente, si podemos implementar esto, como un curso de política pública en el posgrado, estaré muy contento de participar. Muchas gracias a todos.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Pues muchísimas, muchísimas gracias, Luis. Y me hago partícipe. Claro que esto no termina aquí. Seguiremos platicando, yo creo que es algo que es muy necesario para nuestro programa. Muchas gracias.

Y, compañeros, tanto aquí como a quienes nos están viendo por YouTube, cierro con un pequeño mensaje, información y comentarles que esta es nuestra última charla del semestre, pero también será la última charla de este ejercicio, las charlas de física educativa. Comento que, por algunas circunstancias, no tengo las condiciones en este momento para continuar con este ejercicio. No quiere decir que termine del todo. Por ahí tenemos algunas pláticas para poder, en todo caso porque es importante, continuar con el ejercicio, aunque no dirigido por mí. Las personas van y vienen, pero los proyectos son los que deben de continuar, probablemente en otro formato. Este ejercicio empezó hace tres años, en agosto de 2020, en el marco de la pandemia. Y bueno, quiero simplemente agradecer que hayan podido seguir en este esfuerzo, agradecerles, precisamente a los iniciadores del mismo, al doctor Carlos Arriaga, al doctor Diego Becerra, al doctor Óscar Jardey, a la doctora Diana López, a la doctora Soraida Zúñiga Martínez, al doctor Johnny Medina y al doctor José Luis Santana, quienes junto con un servidor, iniciamos estas charlas sin pensar en la trascendencia que iba a tener. ¿Qué trascendencia ha tenido? Ya tenemos un

libro. Empezamos esto con una pregunta. No hay libros de física educativa, ahora ya tenemos al menos uno derivado de lo que hemos trabajado aquí. Y ya viene el segundo, yo esperarí que tal vez en febrero ya esté. Y, curiosamente, nuestro ejercicio ha podido tener alcance internacional, hemos tenido charlas con colegas egresados del programa desde los Estados Unidos, Honduras, Costa Rica, Colombia, Chile, Ecuador, e incluso, si recuerdan la charla que nos dio la doctora Asita, desde Irán.

Cerraríamos este ciclo en la idea de continuarlo más adelante. Queda aquí el testimonio y saben que siempre seguiremos colaborando, porque lo que hemos creado es una red de colaboración. Esto es muy importante. Hemos y seguiremos apoyándonos. Y en cuanto tengamos alguna novedad de cómo vamos a continuar con el proyecto les informaremos, repito, no directamente conmigo e incluso no directamente por parte del instituto, pero sí por la red que estamos conformando de física educativa, probablemente el próximo semestre podamos darle continuidad.

Agradecerles y hasta la próxima.

Referencias empleadas y recomendadas:

- <https://www.diario22.ar/notix2/multimedia/imagenes/fotos/2023-06-23/787985.jpg>Béduwé,
- Art. Tercero de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (2019).  
[https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5560457&fecha=15/05/2019&print=true](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5560457&fecha=15/05/2019&print=true)
- Béduwé, Catherine & Planas, Jordi (2010). «The effects of educational expansion on the functioning of the labour market: report of a comparative study». *A Journal of Comparative and International Education*, 34:1, 53-71, DOI: 10.1080/0305792032000180460
- Muñoz Izquierdo, Carlos (1994). «La contribución de la educación al cambio social. Reflexiones a partir de la investigación», CEE-UIA-GERNIKA, México, 331 pp.
- Planas, Jordi (2011). «La relación entre educación y empleo en Europa». *Papers*, 96/4, 1047-1073.
- Reglamento de Estudios de Posgrado y el Reglamento General de Estudios, ambos del Instituto Politécnico Nacional (2017).  
<https://www.ipn.mx/normatividad/normatividad/reglamentos.html>

- Salazar-Vargas, Carlos (1994). «La definición de Política Pública». *Dossier*.  
<https://www.studocu.com/latam/document/universidad-autonoma-de-santo-domingo/epidemiologia/politicas-publica-por-carlos-salazar/25019892>
- Troiano, Helena and Elias, Marina (May 2014). «University access and after: explaining the social composition of degree programmes and the contrasting expectations of students ». *Higher Education* , Vol. 67, No. 5, pp. 637-654.  
<https://www.jstor.org/stable/43648679>
- Troiano, Helena (2015). «Un modelo conceptual para el análisis de la decisión de ir a la universidad y de la elección de estudios». Grup de Recerca Educació i Treball, Universitat de Barcelona.

## 5. Maestría en ciencias en Física Educativa de la Universidad de Guadalajara: el proceso de diseño curricular

*Dr. José Luis Santana Fajardo  
Universidad de Guadalajara  
Miembro del Sistema Nacional de Investigadores*

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Sean bienvenidos a esta ya nuestra octava y última sesión del seminario charlas de física educativa de este semestre A22. Para mí es un orgullo, creo que cerramos con broche de oro, presentarles al doctor José Luís Santana Fajardo, él viene de la Universidad de Guadalajara, pero prácticamente él es de casa. El doctor Santana es egresado tanto de la maestría como del doctorado de nuestro programa de física educativa en el CICATA. Es, además de ello, egresado distinguido porque fue ganador de la presea Lázaro Cárdenas; es decir, de la máxima presea que otorga el politécnico a alguno de nuestros egresados.

Fue nuestro primer egresado de la maestría y hasta el momento el único que la ha conseguido, es miembro actual del Sistema Nacional de Investigadores lo cual, pues le da una mayor importancia a nuestro posgrado porque es un posgrado pequeño, creo que en el momento somos seis o siete miembros. Ahora está haciendo un trabajo súper interesante, lo platicamos desde el inicio de esta temporada que él fuera el que cerrara por el proyecto que traen entre manos y qué más que una competencia, que si lo será, sí lo veo como una oportunidad de colaboración y que quisiera que todos ustedes conocieran. Ah también bienvenida la doctora María Elena, ella es miembro del equipo de allá en la Universidad de Guadalajara. Nos van a hablar sobre la maestría en ciencias en física educativa, pero el programa que están a punto de echar a andar, ya no digo de crear porque ya lo crearon, en la Universidad de Guadalajara.

Entonces, sin más preámbulos, José Luís te agradezco mucho, hay una última cosa del perfil de José Luís él es del grupo formador, creador de este ejercicio de las charlas. Así es, eres de los de los fundadores por llamarlo de alguna manera y de los que yo los bautizó como los CICATA Boys. Así es, si existen los Chicago Boys ¿por qué no los CICATA Boys?, él es de ese grupo entonces, pero ya hay que hablarle con todo respeto al doctor Santana nuevamente, pero bueno te agradezco José Luís y adelante por favor.

**Dr. José Luis Santana Fajardo:** Gracias por la presentación y por las flores. Gracias a todos por estar aquí conectados en sábado y, pues, espero hacer apelación mejor dicho apelo a su paciencia ahorita con mi charla un tanto aburrida. Es mucho lo que hay que platicar, pero por cuestiones de respeto a los tiempos y también por cuestiones relativas a la discusión que se debe de hacer, a los comentarios que se deben verter en este tipo de ejercicios, es que me voy a ir un poquito rápido, sirve que las dudas que pudieran quedar provocan esa discusión. Muy bien, pues estamos en el proceso de creación de la Maestría en Ciencias en Física Educativa, de hecho, ya está el diseño y vamos a ver más adelante el “camino” que se ha seguido para llegar a esta propuesta que está, esperemos, ya a punto de aprobarse por el consejo acá en la Universidad de Guadalajara.

La estamos proponiendo en modalidad a distancia o mixta dependiendo de los aspirantes que tengamos. Bien, aquí tenemos el equipo curricular que está formado por el Dr. Ramiro Franco Hernández, el Dr. José Luís García, el Dr. Gilberto Gómez Rosas, el Dr. José Guadalupe Quiñones Galván, la Dra. María Elena Rodríguez Pérez, la Dra. Liliana Vázquez Mercado y el Dr. Federico Ángel Velázquez Muñoz, este equipo curricular y un servidor que está acompañándolos. Después estuvimos discutiendo y en el estira y afloja para lograr esta propuesta.

Muy bien, me gustaría platicar que la idea surgió alrededor de 2014 o 2015, cuando yo era todavía estudiante de la Maestría en Física Educativa aquí en CICATA, y se me ocurrió que podría o podríamos contribuir con este ámbito de la física educativa diseñando o teniendo un posgrado también en nuestra universidad. No con miras de competencia sino con la intención de ampliar un poco más el área, de contribuir al área. Entonces, insisto, alrededor de 2014 o 2015 empezó a surgir esta idea. Redacté los primeros borradores de la propuesta, una propuesta bastante básica, digámoslo así, que posteriormente se fue constituyendo en el material que sirvió de base para el diseño de la maestría.

Me gustaría platicar un poco del modelo académico de la Universidad de Guadalajara (ver figura 1) que está centrado en el estudiante. Esto quiere decir que todas las actividades, todas las actuaciones y todo lo que se diseñe debe considerar como centro del proceso educativo al estudiante, a quien aprende. En este sentido tenemos aquí un extracto, dice (Castellanos et al, 2007) que “para la Universidad de Guadalajara su modelo académico está centrado en el estudiante y sus modos de ser y aprender a ser, conocer, hacer, convivir y emprender”. Vamos a retomar esto un poquito más adelante, insisto, este es el punto de partida, es la consideración inicial para el desarrollo del proyecto o de la propuesta. Ver figura 1.



**Figura 1.** Educación a partir de quien aprende. Fuente: Moreno Castañeda et al. 2010.

El proceso de elaboración de la propuesta, desde el punto de vista del diseño curricular, siguió este camino de nueve fases (adaptado de Díaz-Barriga, 1990):

- la primera fue la conformación de un equipo curricular que mencioné anteriormente;
- la segunda fase es la detección de necesidades de la educación en física, es decir, cuáles son las necesidades educativas que tienen las personas que se forman en física indistintamente del ámbito o nivel educativo;
- el tercer paso, la tercera fase, es la identificación de la demanda potencial;
- como cuarta fase tenemos la detección de programas similares;
- como quinta fase tenemos la delimitación del campo de acción del egresado;
- como sexta fase tenemos la definición de competencias o propósitos de formación;
- como séptima fase tenemos los saberes para poder integrar estas competencias;
- como octava fase tenemos la definición de unidades de aprendizaje y el plan curricular y,

- por último, tenemos la determinación de un plan de evaluación del programa desde el punto de vista interno, desde el punto de vista institucional y desde el punto de vista externo que tiene que ver con la evaluación que hacen a cada uno de los posgrados en este caso.



**Figura 2.** Fases del diseño curricular de la Maestría en Ciencias en Física Educativa de la UdeG. Adaptado de Díaz-Barriga, 1990.

Platicando un poquito de la conformación del equipo curricular tenemos aquí que mediante la gestión del director de la división de ciencias básicas del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (que es a donde está hoy adscrito actualmente y es donde operará el posgrado) y el jefe de departamento de física se reúne un equipo curricular que pretende tener una visión compartida entre expertos en diseño curricular y expertos disciplinares, de tal manera que el diseño tenga esos fundamentos teóricos basados en cuestiones pedagógicas y obviamente abarque la cuestiones disciplinares que al fin de cuentas son dos cosas muy importantes.

Es en las primeras reuniones que se discuten tanto la metodología a seguir, como la forma en la que se realizaría el trabajo para el diseño curricular. El equipo acordó dos reuniones por semana martes y viernes a partir del 11 de septiembre de 2020

y tomemos en cuenta por aquí, que estamos en plena pandemia. Estas reuniones se hicieron de manera virtual. De hecho no hemos tenido ninguna reunión del equipo completo de forma presencial, es una cosa curiosa y a fin de cuentas después se pudo dar esta propuesta.

La segunda fase es la *detección de necesidades de formación*. Para esto diseñamos dos instrumentos para identificar tanto la necesidad de recursos humanos formados en el área y las competencias de estos, como las preferencias en cuanto a las modalidades del posible posgrado (Anexos 3 y 4). Obviamente, estas necesidades iniciales, digámoslo así, se ven representadas en las preguntas de los cuestionarios, pues son ideas, son apreciaciones, que como equipo curricular teníamos acerca de esas mismas necesidades de formación. Estos cuestionarios servirían para corroborar o para descartar lo que nosotros desde nuestro punto de vista teníamos identificado.

Y, bueno, pues se compartieron principalmente estos dos cuestionarios con las escuelas pertenecientes al Sistema de Educación Media Superior de la Universidad de Guadalajara. También se repartieron en escuelas de corte privado y se repartieron incluso con otros centros universitarios en los que se ofertan programas de posgrado. De tal forma que pudiéramos tener puntos de vista distintos, desde distintos niveles educativos y desde distintos actores de la escena o del ámbito educativo.

Una vez que tenemos esta identificación inicial de necesidades a partir de las respuestas de los cuestionarios, tenemos por ahí una detección de puntos importantes. Primero, las respuestas de los candidatos y empleadores hacen suponer que el posgrado diseñado puede contribuir a su desarrollo profesional. Notamos que se tiene interés por un programa de este tipo, originalmente se habían pensado tres líneas de investigación, sin embargo, una de ellas no resultó relevante. De las tres líneas de investigación, una está relacionada con la didáctica de la física, otra relacionada con las tecnologías de la información y comunicación y otra está relacionada con la gestión y la política educativa. De estas, la última fue la que resultó menos importante y de cierta manera, la motivación de ello es un tema que está intrínseco a esta charla del día de hoy, más adelante vamos a retomar.

En tercer lugar, se identifican carencias en cuanto a habilidades para investigación, se refiere esto hablando de nuestros compañeros de nivel medio superior. Tenemos entonces que es de utilidad para los docentes en ejercicio que se oferte modalidad no convencional y además que el programa es atractivo y obviamente es necesario.

Respecto a la detección de programas similares vemos por aquí que solamente existe uno específicamente relacionado con la física educativa o al menos eso sucedía en ese momento que hicimos el diseño y pues obviamente es el programa del CICATA. Tenemos también que en países como Chile, Argentina, Uruguay y Brasil se cuenta con licenciaturas en física e ingeniería física, las primeras dedicadas a la formación de docentes en física y las segundas, las ingenierías físicas, a la formación de físicos que se dedican a la investigación en dicha ciencia. Del primer caso tenemos que la orientación es básicamente hacia la investigación.

Por otro lado, tenemos aquí los programas similares, hay más, pero creo que son los más relevantes (ver figura 3), la Maestría en Ciencias en Física Educativa del CICATA; en Matemática Educativa la del CICATA también; Maestría en Docencia para Educación Media Superior del Sistema de Universidad Virtual de la Universidad de Guadalajara, la maestría en enseñanza de las matemáticas que está alojada en el CUCEI de la Universidad de Guadalajara; la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior o MADDEMS de la UNAM; la Maestría en Educación Básica en línea; la Maestría en Desarrollo Educativo ambas de la UPN; Maestría en Educación Matemática de la BUAP y tenemos la Maestría en Educación del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey.



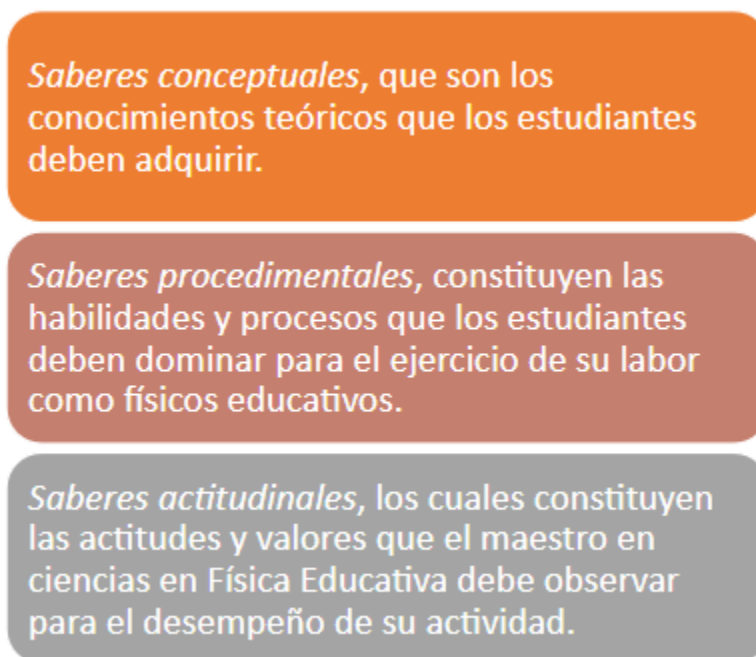
**Figura 3.** Algunos programas similares a la propuesta de Maestría en Ciencias en Física Educativa de la UdeG.

Una vez que detectamos esos programas similares delimitamos un poco el campo de acción a partir de estas respuestas, a partir de entrevistas o escritos que nos hicieron el favor de llegar algunos compañeros expertos en física educativa (Ver Anexo 5), entre ellos el Dr. Mario y algunos compañeros también egresados de la maestría y del doctorado. El equipo curricular determina que el egresado de la

Maestría en Ciencias en Física Educativa podrá desempeñarse tanto en el ámbito de la generación, como de la aplicación del conocimiento en instituciones de educación desde el nivel preescolar hasta nivel superior y posgrado. Además, en instituciones o centros de investigación educativa, insisto, esto está derivado de la opinión de expertos y de los resultados del estudio de factibilidad que se hizo. A partir de esas respuestas determinamos que el anterior sería el ámbito de acción, el campo de acción del físico educativo egresado del programa de posgrado que se propone.

Entonces nos vamos a la definición de competencias, una vez que ya tenemos toda esta información que ya delimitamos el campo de acción, que ya vimos que obviamente es necesaria la formación en este ámbito, se definen en las competencias. Inicialmente teníamos tres líneas de investigación y 11 competencias relacionadas con ellas ver Anexo I. Estas propuestas iniciales se turnan a los cinco expertos en el área y se depuran a partir de sus comentarios. Así, en lugar de las once que habíamos propuesto, ocho únicamente. A partir de ellas se construye la malla curricular, es decir, el eje rector del currículum son precisamente estas ocho competencias que son los que constituyen inicialmente el perfil de egreso del físico educativo.

Una vez que definimos las competencias, distinguimos los saberes conceptuales que son los conocimientos teóricos que los estudiantes deben adquirir; los saberes procedimentales que constituyen las habilidades y procesos que los estudiantes deben dominar para el ejercicio de su labor como físicos educativos y los saberes actitudinales que constituyen, obviamente, las actitudes, los valores que el maestro en ciencias en física educativa debe observar para el desempeño de su actividad. La conjunción de estos saberes, la articulación de estos es lo que forma cada una de las competencias de este el perfil de egreso (Ver figura 4).



**Figura 4.** Tipos de saberes que sirvieron como base para la determinación de las unidades de aprendizaje de la MCFE.

Cabe señalar que cada competencia tiene asociados una cantidad de saberes, puede haber competencias que compartan saberes y también puede ser que un saber en específico esté únicamente relacionado con una competencia en particular. Esta distribución, esta posible puesta en común, estas posibles cosas en común que puedan tener esas competencias es lo que da origen, precisamente, a la siguiente fase que es la *definición de unidades de aprendizaje*. Estas unidades de aprendizaje se definen a partir del agrupamiento por afinidad o similitud de los saberes (ver anexo 2).

Estos grupos conforman las unidades de aprendizaje, decíamos, y de esta forma surgen 21 unidades de aprendizaje, obviamente aquí estamos incluyendo las optativas que son alrededor de 9/10 las que estamos proponiendo (Ver figura 5).

Esta forma de definir las unidades de aprendizaje (UA) hace posible que, al estar referidos a problemas o situaciones del campo profesional, recordemos que la definición de competencias se da a partir, precisamente, de problemas del ámbito laboral o del contexto inmediato del estudiante en este caso. Esto hace posible que la vigencia del posgrado se mantenga a lo largo del tiempo sin la necesidad de hacer grandes modificaciones ni a los nombres de las materias de las unidades de aprendizaje, ni a los contenidos porque lo que va a estar prevaleciendo es este problema del ámbito educativo digamos del ámbito laboral profesional.

Estos problemas van a ser recurrentes se van a estar presentando a lo largo del tiempo lo que cambia por aquí son las maneras de abordarlos, a lo mejor las maneras de resolverlos, las propuestas que se dan para resolver estos problemas Eso es, insisto, lo que permite esta vigencia del programa sin necesidad de hacer muchos cambios, sin necesidad de que estos cambios nos obliguen a recorrer, de nuevo, todo el proceso de gestión que más adelante vamos a ver cuál fue.

Tenemos por aquí, entonces, la asignación del tipo de curso va a depender de qué tan cargados estén respecto a los tipos de saberes, es decir hay UA que tienen más carga hacia lo conceptual, entonces decidimos ponerle que sería tipo curso meramente; los talleres son los que tienen más carga hacia la parte procedimental y los seminarios de una manera muy similar; los cursos/taller pues obviamente tendrían cierto equilibrio entre la parte conceptual y la parte procedimental, este fue el criterio inicial.

|                                                                             |                                                       |                                                               |                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|                                                                             |                                                       | Desarrollo histórico y conceptual de la física<br>C/4/4<br>BP | La Física Educativa y la alfabetización científica<br>C/4/4<br>BP |
| Enseñanza de la física clásica<br>CT/9/9<br>BP                              | Enseñanza de la física moderna<br>CT/9/9<br>BP        |                                                               |                                                                   |
| Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento en física<br>CT/6/6<br>BP |                                                       | Optativa 1<br>C o CT/4/4<br>OA                                | Optativa 2<br>C o CT/4/4<br>OA                                    |
|                                                                             | Proyectos de Física Educativa I<br>T/5/5<br>E         | Proyectos de Física Educativa II<br>T/5/5<br>E                | Proyectos de Física Educativa III<br>T/5/5<br>E                   |
| La investigación en Física Educativa I<br>S/6/6<br>E                        | La investigación en Física Educativa II<br>S/6/6<br>E | La investigación en Física Educativa III<br>S/6/6<br>E        | La investigación en Física Educativa IV<br>S/6/6<br>E             |
| 336 h/semestre<br>21 h/semana<br>21 créditos                                | 329 h/semestre<br>20 h/semana<br>20 créditos          | 304 h/semestre<br>19 h/semana<br>19 créditos                  | 304 h/semestre<br>19 h/semana<br>19 créditos                      |

BP= Básica Particular; OA= Optativa Abierta; E= Especializante  
C= Curso; T= Taller; CT= Curso-Taller; S= Seminario

**Figura 5.** Primera propuesta de la malla curricular de la Maestría en Ciencias en Física Educativa de la Universidad de Guadalajara.

En la figura 5 tenemos estos cursos como *Enseñanza de la Física Clásica*; *Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento en Física* como materias o unidades de aprendizaje del primer semestre. Teníamos, además, como propuesta inicial *La Investigación en Física Educativa 1*. En el segundo semestre, *Enseñanza de la Física Moderna*, *Proyectos de Física Educativa 1*, *La Investigación en Física Educativa 2*.

Vamos a poner atención a los nombres de las UA en las filas 4 y 5 de la figura 5, *La Investigación en Física Educativa 1, 2, 3 y 4* y *Proyectos de Física Educativa 1, 2 y 3*. La intención de estos proyectos de física educativa es que los estudiantes desarrollen como lo dice el nombre, proyectos, pero con la idea de que sean colaborativos, con estudiantes compañeros de ellos o, lo ideal, que sea con otras

instituciones e incluso pudiera ser interdisciplinarios. Esa es la intención de éste bloque, digámoslo así, de unidades de aprendizaje. El bloque de las investigaciones en física educativa tenía la intención de que se fuera llevando el avance, en lo que comúnmente conocemos como seminario de tesis. En el primer curso estaríamos afinando el protocolo y las distintas fases de ejecución del proyecto se estarían dando en los consecuentes cursos. Esas son las intenciones de estos dos bloques de cursos.

Tenemos dos optativas: Optativa 1, en el tercer semestre, y una segunda optativa en el cuarto semestre. Aquí lo interesante es que la intención inicial era que los estudiantes las cursen en otras instituciones e incluso en otros posgrados al interior o al exterior de la Universidad de Guadalajara de tal forma que su formación sea más rica, más completa. Esa era la intención aquí con la cuestión de la movilidad, sin embargo, en la revisión del consejo más adelante vamos a platicar de esto, en la revisión del consejo del centro nos dijeron que teníamos que proponer nosotros, como equipo, cierta cantidad de optativas y pues así lo hicimos. Entonces en este caso los estudiantes podrán escoger optativas de las que nosotros tenemos en el catálogo y las que haya en universidades que tengan algún tipo de convenio con la Universidad de Guadalajara.

Cabe resaltar que, en este punto se menciona que en una primera instancia una primera propuesta del programa se presenta ante el consejo y el consejo nos dice “cámbienles el nombre a los bloques de cursos de investigación en Física Educativa y los proyectos” y tuvimos que cambiarlo por (ver figura 6): *Seminario de Investigación Interdisciplinar* y *Seminario de Avance de Tesis 1, 2 y 3*.

| Nombre de la Unidad de aprendizaje<br>Tipo de curso / Horas-semana / Créditos<br>Área de Formación |                                                |                                                               |                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Semestre 1                                                                                         | Semestre 2                                     | Semestre 3                                                    | Semestre 4                                                        |
|                                                                                                    |                                                | Desarrollo histórico y conceptual de la física<br>C/4/4<br>BP | La Física Educativa y la alfabetización científica<br>C/4/4<br>BP |
| Enseñanza de la física clásica<br>CT/9/9<br>BP                                                     | Enseñanza de la física moderna<br>CT/9/9<br>BP |                                                               |                                                                   |
| Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento en física<br>CT/6/6<br>BP                        |                                                | Tópicos complementarios de Física Educativa I<br>C /4/4<br>OA | Tópicos complementarios de Física Educativa II<br>C /4/4<br>OA    |
|                                                                                                    | Proyectos de Física Educativa I<br>T/5/5<br>E  | Proyectos de Física Educativa II<br>T/5/5<br>E                | Proyectos de Física Educativa III<br>T/5/5<br>E                   |
| Seminario de investigación interdisciplinar<br>S/6/6<br>E                                          | Seminario de tesis I<br>S/6/6<br>E             | Seminario de tesis II<br>S/6/6<br>E                           | Seminario de tesis III<br>S/6/6<br>E                              |
| 336 h/semestre<br>21 h/semana<br>21 créditos                                                       | 320 h/semestre<br>20 h/semana<br>20 créditos   | 304 h/semestre<br>19 h/semana<br>19 créditos                  | 304 h/semestre<br>19 h/semana<br>19 créditos                      |

**Figura 6.** Versión final de la malla curricular de la Maestría en Ciencias en Física Educativa de la Universidad de Guadalajara.

Así, este seminario de investigación interdisciplinar nos va a ayudar a alimentar estos dos bloques, el de *proyectos de física educativa* sigue con la misma idea de

que sean estos proyectos conjuntos para que estén colaborando con otros compañeros incluso con otros investigadores y bueno pues un seminario de tesis es claro lo que vamos a hacer aquí, cambiamos el nombre de las optativas y le pusimos tópicos complementarios de física educativa 1 y 2 sigue con la misma idea, con la misma intención, pero este inicio es parte de los primeros cambios que se nos sugieren hacer una vez que se revisa por parte de las comisiones del consejo.

Bien, tenemos la definición de unidades de aprendizaje y entonces, tenemos por acá, ya como fase última del diseño curricular, la *determinación del plan de evaluación*. En este caso pues obviamente vamos a ajustarnos para evaluar el posgrado, vamos a ajustarnos a la normatividad de la misma Universidad de Guadalajara y del centro en el que estamos laborando y sus indicadores, entre ellos figuran la incorporación de los miembros del núcleo académico al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) y obviamente la eficiencia terminal. Son dos de los principales indicadores que vamos a estar vigilando obviamente pues hay que establecer un plan de seguimiento de egresados en este caso, que por cierto ya hay una propuesta, (yo creo que eso es una noticia nueva para María Elena.

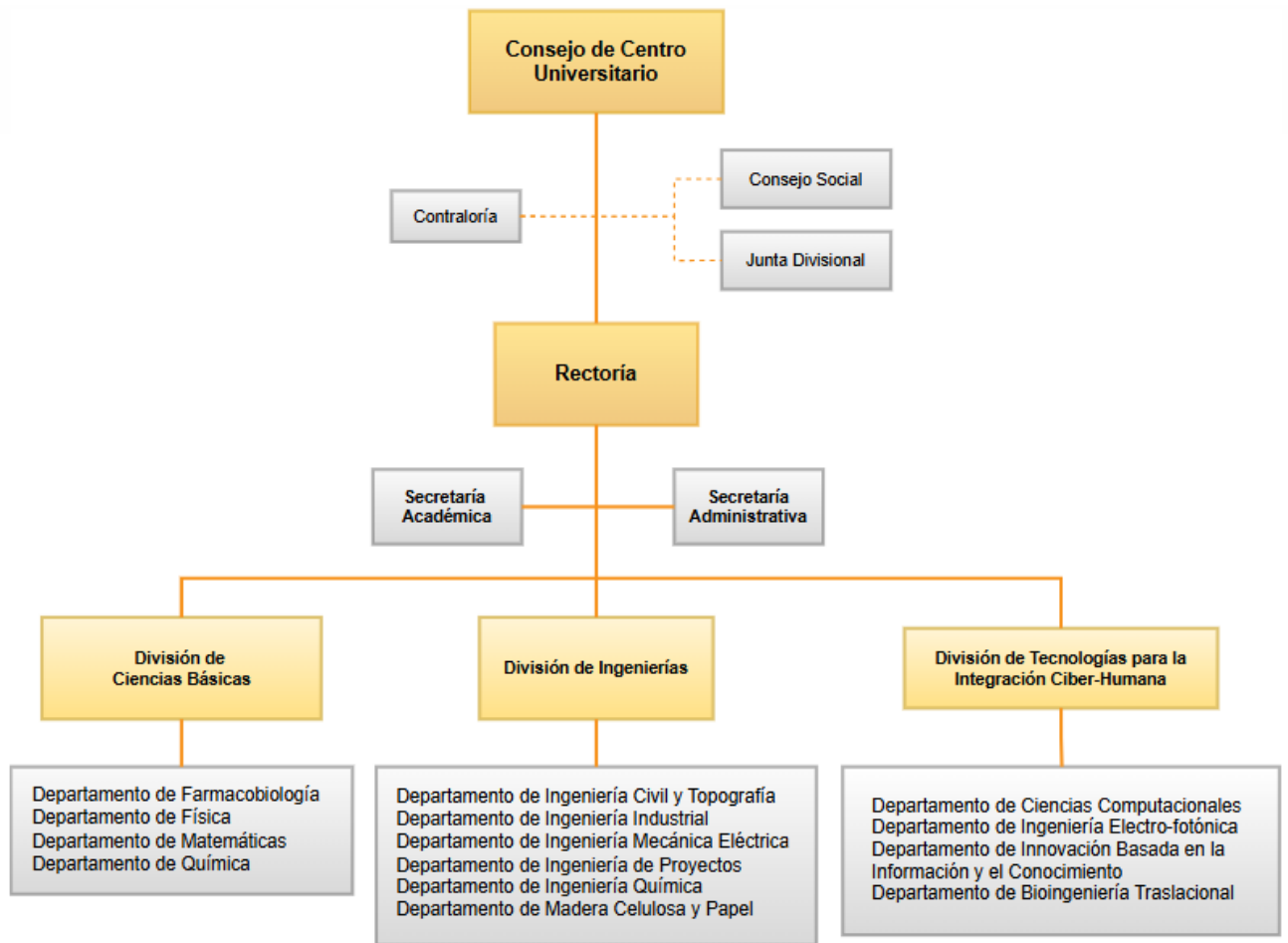
Esto anterior es lo que corresponde a la institución, con respecto a la evaluación externa se va a buscar la incorporación, obviamente, dentro del mediano plazo Sistema Nacional de Posgrados de la SECIHTI<sup>5</sup> y bueno pues esto es parte del plan de evaluación que se tiene o las miras que se tienen hacia la evaluación. Esto es en cuanto a la frase número 9.

### **Proceso de Gestión para la creación de la MCFE**

Les platico rápido cómo está constituido nuestro centro universitario (ver figura 7) que sería una unidad académica dependiente de la Universidad de Guadalajara tenemos como máximo órgano de gobierno el consejo de centro, tenemos por aquí el rector en el siguiente nivel de ellos de él depende de ellos depende la secretaría académica y la secretaria administrativa y tenemos está dividido el centro en este caso tres divisiones la división de ciencias básicas, la división de ingenierías, la división de electrónica de computación, que ahora cambió de nombre a División de Tecnologías para la Integración Ciber-Humana.

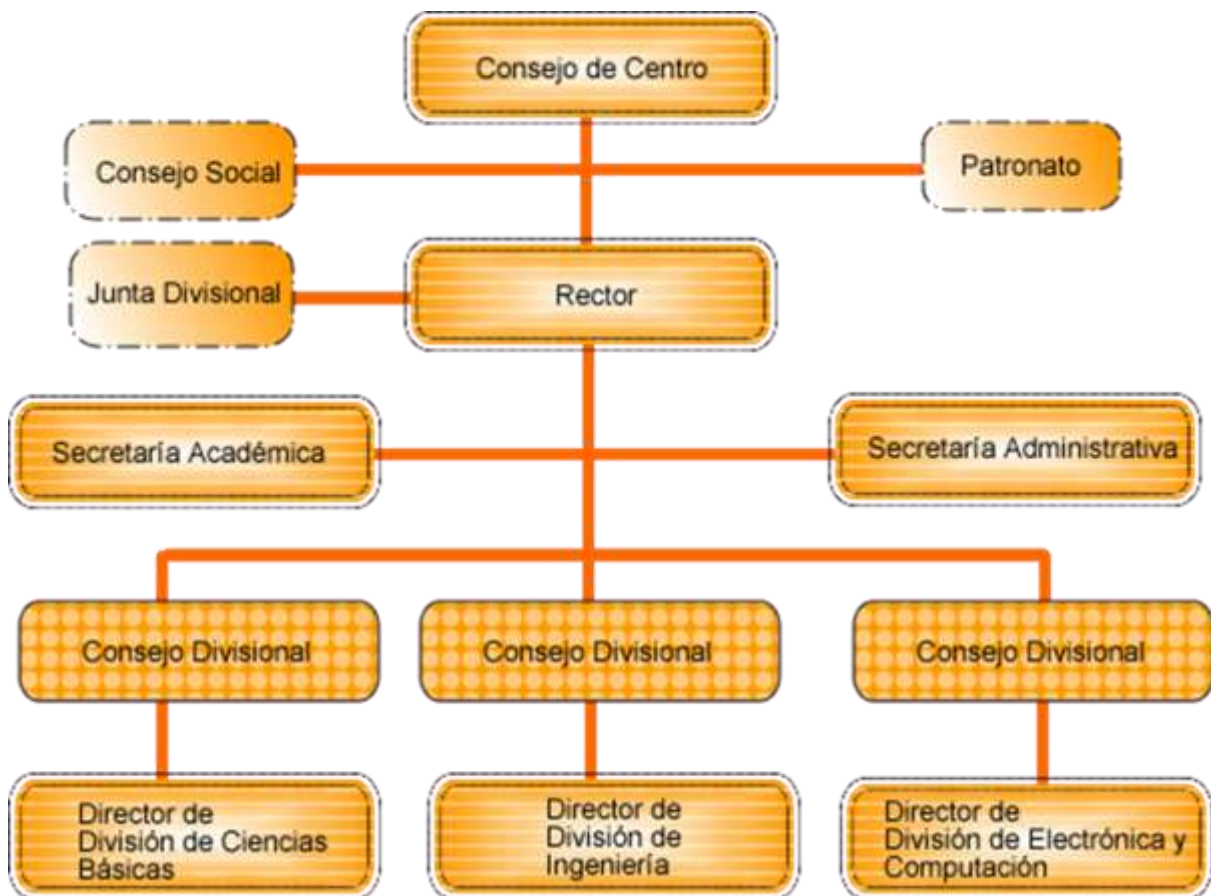
---

<sup>5</sup> Secretaría de Ciencia Humanidades, Tecnología e Innovación.



**Figura 7.** Organización divisional y departamental del CUCEI.

Inicialmente, para mejor referencia, tenemos estas tres divisiones el posgrado pertenece a la división de ciencias básicas y entonces la propuesta de posgrado tiene que pasar primero por el colegio del departamento de física, el departamento de física aprueba en primera instancia y lo manda al consejo de división, el consejo de división nos hace algunas algunas observaciones y una vez resueltas estas observaciones se va al consejo de centro y esos son los niveles al interior del centro (Ver figura 8) que debemos cruzar es el camino que debemos cruzar.



**Figura 8.** Organización de gobierno en el CUCEI.

Una vez que lo aprueba el Consejo del Centro, este lo manda el Consejo General Universitario (CGU) para que se revise la propuesta, para que se hagan otras observaciones y entonces se aprueba o desaprueba el programa. ¿Cuáles han sido las gestiones que se han hecho hasta ahora?, creo que ya me estoy colgando demasiado, perdón,

- *En enero de 2020 se presenta la propuesta a la rectoría del centro*, la idea surgió en 2014/2015, se creó un primer documento o una primera propuesta así muy general y es lo que se presenta hasta 2020 en la rectoría del centro.
- A la rectoría del centro parece que le interesó el proyecto y lo manda a la división de ciencias básicas que precisamente es donde tendría cabida el posgrado de esta naturaleza, esto en abril de 2020,
- Para septiembre de 2020 se conforma el equipo curricular.
- Hasta julio de 2021, es cuando presentamos la primera propuesta formal ante el colegio.
- De ahí, en agosto de 2021, lo aprueba el colegio y se presenta ante el consejo de división, como les comentaba anteriormente.

- El 17 de febrero de 2022 se aprueba la creación de la maestría ante el consejo de centro, es decir, el Consejo del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías ya aprobó la creación de la maestría

Pero ¿qué demonios hace falta?, hace falta que, como les comentaba, el CGU apruebe esta propuesta y con esto tendríamos ya oficialmente constituido el posgrado, esto es lo que estamos esperando<sup>6</sup>, los comentarios del CGU y con esto creo que es que termino.

Espero no haberlos aburrido demasiado y para empezar la discusión tengo tres preguntas por aquí, no nos vamos a centrar en esto si tienen preguntas ustedes de lo que platiqué, adelante la primera pregunta es: ¿qué tan necesaria son estas habilidades de gestión para un físico educativo o las habilidades de gestión necesarias para realizar todo esto? ¿Qué tan necesarias son estas para un físico educativo? Me refiero a que uno puede pensar que nada más los que se van a dedicar a este tipo de cuestiones de diseño curricular son los que necesitan esas habilidades, pero todo físico educativo debería tener esas habilidades y ahora ¿son inherentes al sujeto o se desarrollan?, ¿vienen de manera natural o se desarrollan? y ¿qué tan importante es hacer investigación respecto a este tipo de habilidades, pensando nosotros como físicos educativos? y con esto pues les agradezco la paciencia y pues adelante, échenle.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Gracias, gracias José Luís, pues super interesante y ya me habías anticipado a la parte de las preguntas que yo creo que es bien interesante, pero antes de ello empezará a comentar algo que sí me gustaría, quisiera abrir el espacio chicos entonces está abierto, ya saben, comentarios, preguntas, pueden responder esas preguntas que yo creo que sería interesante, pero si tienen algún comentario para iniciar adelante, no sé si alguien de ustedes quiera comenzar, veo por ahí que varios de ustedes pues son directivos entonces creo que este tipo de cuestión interesante. Adelante Beatriz, por favor.

**Maestra Beatriz Oropeza:** Bueno creo que suelo ser la primera. Tengo muchas preguntas, pero en principio muchísimas felicidades, qué bueno que esta iniciativa ya finalmente cuajó y bueno como usted lo dice doctor no es una competencia para CICATA sino un complemento y bueno, pero creo que es inevitable las, digamos las comparaciones entre dos instituciones que van a preparar docentes para profesionalizarlos en la investigación ¿qué diferencias sustanciales ve usted con el posgrado de CICATA?

---

<sup>6</sup> A la fecha de edición del presente texto ya está aprobada la Maestría en Ciencias en Física Educativa con dictamen número I/2025/038 del 7 de febrero de 2025 por la Comisión de educación del consejo y ratificado el 08 de marzo de 2025 por el CGU.

**Dr. José Luis Santana Fajardo:** Diferencias sustanciales, inicialmente la intención de orientar o manifestar una línea de investigación relacionada con la gestión y la política educativa, al final de cuentas se desechó esa esa línea de investigación, sin embargo, y esto tiene que ver precisamente con las bondades del diseño, al diseñarlo por competencias, estas competencias pudieron incluirse, esas competencias relacionadas con la gestión en la política pudieron incluirse en este algunas de las otras este unidades de aprendizaje que teníamos entonces no se descarta por completo esa es la primera diferencia o el primer complemento, digámoslo de esa forma, otra cuestión que veo está aquí interesante es precisamente el el diseño de las mismas está unidades de aprendizaje, aunque en principio se parece mucho a las unidades de aprendizaje que estamos estudiando en el CICATA, en el poli tenemos que el enfoque también de las unidades de aprendizaje va un poquito más allá de además de ver contenidos, se enfoca un poquito más en el problema del ámbito del profesional, básicamente esas son las diferencias que alcanzó a anotar y que pudiera comentar en este sentido.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Gracias José Luís. Antes de que Beatriz siga preguntando porque la conozco, tenemos por acá una pregunta de Laura Muñoz por parte de YouTube, miren nos dice “¿han pensado en un plan preventivo o remedial para evitar la deserción y así mejorar la eficiencia terminal desde que inicia la formación de un estudiante?” aunque claro por aquí ya está también la Dra. Liliana Vázquez contestándole, pero sí me gustaría que aquí en el foro que lo pudieras comentar Luis, por favor.

**Dr. José Luis Santana Fajardo:** Muy bien, bueno, en primer instancia esta esta cuestión de los dos bloques que comentabas relacionados con los proyectos de investigación estos proyectos de investigación definitivamente van a redundar en la elaboración del de la tesis pues y que va a servir como como requisito para obtener el grado, la otra es la colaboración entre la planta académica el núcleo académico básico.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Okey, me parece muy bien, muchas gracias ¿Alguna intervención más chicos por el momento?, okey, bueno, porque a mí sí me gustaría hacer algún comentario sobre las preguntas particularmente porque bueno pues yo sin querer en su momento pues pasé por la coordinación del programa entonces cuando preguntas que tan necesarias son esas habilidades de gestión para un físico educativo creo que son muy importantes, sinceramente lo digo comprobando tanto en mi gestión como coordinador como profesor donde algunos de nuestros estudiantes de los cuales por ejemplo aquí anda Claudia, Magaly y algunos otros compañeros que no están en este momento que también han tenido

cargo, algún cargo, incluso desde lo más básico que puede ser jefe de carrera, presidente de academia, etcétera si necesitamos esas habilidades, no son inherentes, creo que lo común es que las vamos aprendiendo en el camino y si no pocas veces ya cuando vamos teniendo una gestión decimos “ay, ya que lo aprendí voy de salida” entonces si es importante, son sumamente importantes porque por ejemplo y ahorita lo que me vino a la mente, por ejemplo para la gestión de proyectos de investigación en física los únicos que saben cuáles son las necesidades tanto materiales, como de recursos, etcétera son los propios físicos pero no sabemos hacer esa gestión y creo que a todos nos puede ser común el hecho de que vienen convocatorias y no sabemos ni cómo aplicar a ellos y claro que por lo tanto pues la tercera pregunta me parece que es evidente que se necesita ser investigación respecto a estas habilidades, claro que sí, claro que sí ¿cómo hacerla? no lo sé y eso creo que es empezar por eso cómo empezar a desarrollar este tipo de investigación sobre la investigación en habilidades de gestión y política educativa no es sencillo, yo no he visto tanto, tan es así que una de las cosas que practicaba con la doctora María Elena, con el doctor Santana cuando me empezaron a practicar ese proyecto y me entusiasmaba mucho cuando pude compartir con ellos, cuando me pedían algún tipo de opinión aparte de gestión y política educativa es bien importante de realizar porque viven acá en México, bueno allá en México ahorita tendría que decir este tenemos la situación de la directora del CONACYT, por ejemplo no y entonces ahí vemos que la importancia de la gestión y la política educativa nadie está satisfecho con un trabajo de alguien que esté haciendo ya directamente gestión en puestos de dirección y por lo tanto se tiene que investigar, pero bueno no quería darle tanto vuelo porque se da esto por sí sólo una charla y que ojalá se llegue a dar en el corto plazo pero eso es lo que yo voy a opinar y al menos de momento pero sí me gustaría chicos que ustedes opinarán a ver ¿qué piensan de esta parte? porque es algo que como decía Luís es algo que nosotros en nuestro programa en CICATA todavía no hemos trabajado entonces sí me gustaría su opinión, aquí Beatriz comenta algo en el chat dice “aunque nos interesa ser docentes investigadores y es muy importante capacitarse en políticas educativas, por ejemplo para impulsar proyectos como esta maestría” claro, claro adelante Claudia, por favor.

**Dra. Claudia García:** Gracias doctor, buenos días. Pues que yo que no tengo formación en física y más bien si la tengo en la política educativa pues he aprendido esta necesidad de tener justamente esto, especialistas en la materia, pero que también sepan hacer gestión y política educativa por qué porque a veces nos centramos en desarrollar programas modelos y todo es muy lindo, pero de repente cuando queremos presentarlos a alguna institución, secretaría de educación o cualquier otra lo primero que nos dicen es “bueno tiene que coincidir con el proyecto del gobernador, el proyecto del rector” y ahí es donde creo que necesitamos esta

preparación, necesitamos ahora sí que hacer especialidad en lo que son las gestiones e incluso en la burocracia para poder lograr que nuestros proyectos pues se pueden llevar a cabo”.

**Dr. José Luis Santana Fajardo:** Gracias Claudia. Así como comentario, de hecho estas preguntas las puse basado en la experiencia que yo mismo tuve, no puedo hablar por mis compañeros este sinceramente a lo mejor este mis compañeros coinciden en esto o a lo mejor no, en mi caso muy personal soy o me considero muy malo para esta cuestión de la gestión entonces de cierta manera por participar en este en este grupo de diseño curricular tuve que desarrollar ciertas habilidades para gestionar, desde el punto de vista en el que teníamos que defender de repente la orientación del posgrado porque inicialmente el consejo nos pedía que el posgrado este fuera profesionalizante y nosotros teníamos la postura de que el postgrado fuera esté orientado hacia la investigación y entonces desde el defender este eso, porque precisamente esa petición tiene que ver con cuestiones de gestión, con cuestiones de política educativa del mismo centro es defender y convencer para que se mantuviera esa orientación pues requirió precisamente del desarrollo de habilidades para la gestión, no estoy diciendo que yo fui el que convencí, pero al pertenecer y al participar en el equipo curricular pues tuve que haber aportado algo de tal forma y tuve que haber desarrollado esa habilidad de tal forma que como grupo se viera solidez precisamente en esa postura y que fuera lo suficientemente fuerte para que se pudiera convencer a lo que nos decía nuestro máximo órgano de gobierno en ese en ese sentido, muchas gracias.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Sí, si coincido porque pues puede sonar burdo, pero ninguno de nosotros nacemos sabiendo y hay que hacer una clara distinción entre nuestro quehacer como profesores, investigadores y la parte de gestión y ese puente es el que no está desarrollado porque igual la gente que está haciendo gestión y que hace muy bien la gestión en no pocas ocasiones desconoce la disciplina y quisiera poner un ejemplo así muy, muy concreto de una situación que pasó en el politécnico hace ya bastantes años para que se note el ejemplo de de esta importancia de la gestión y lo que comentaba Beatriz por ejemplo con respecto al impulsar los proyectos como la maestría o cualquier este un proyecto de desarrollo curricular, hace ya bastantes años cuando empezaba la situación de las competencias en el politécnico se nos comentó a todas las unidades académicas del politécnico “tienen que cambiar sus programas a la situación de competencias” no pocos de los compañeros particularmente de las áreas de ciencias básicas y creo que nos va a sonar a todos esto que voy a comentar decían “es que esto es una moda, no nos interesa, sigamos haciendo las cosas como son ya será llenar formatos” y comenta la unidad politécnica donde se da ingeniería en tecnologías avanzadas dijeron “no, no lo hagamos no nos interesa” fue un grupo de pedagogos

y fíjense cuál fue la decisión que ellos tomaron “ah, mira ustedes les están poniendo que requieren llevar cálculo 1, cálculo 2, cálculo 3, etcétera, es decir dicen que los chicos necesitan saber cálculo diferencial e integral, pero en el examen de admisión al politécnico una sección del examen es sobre cálculo integral y diferencial, luego si los chicos están aprobando ese examen y están entrando esa escuela quiere decir que ya tienen esas competencias y esas habilidades entonces no son necesarios los cursos, eliminemos” imagínense a un ingeniero en tecnología avanzada en mecatrónica por ejemplo que les eliminaron los cursos de cálculo integral y diferencial el problema fue cuando ya habían eliminado esto del programa ya no habían podido opinar porque no estuvieron dispuestos ya ni siquiera con la formación para hacerlo sino dispuesto siquiera a hacer la gestión porque todo el mundo sabemos aquí la lata, por llamarle de alguna forma, que es hacer todo esto de ahí entonces repito que es súper importante la parte de gestión y no es tan valorada, ni tan desarrollada como debería de ser, pero bueno es un comentario simplemente al margen, reiteró que es súper interesante esto y no sé chicos, ¿quién más quiere opinar?, anímense repito. Adelante Consuelo por favor.

**Maestra Consuelo Márquez:** Hola, muy buenos días a todos, pues en realidad si es sumamente importante todo esto que usted menciona doctor, las habilidades de gestión, yo estuve trabajando durante un buen tiempo en la parte de llevar a las universidades tecnológicas a poderse certificar como ingenierías porque anteriormente sólo eran técnicos superior universitario y CACEI manejó un lineamiento específico para qué las instituciones fueran y tuvieran esta parte de la ingeniería y la verdad es que la habilidad de gestión es tremenda, no todo el mundo lo tenemos y casi siempre nos toca aprender sobre la marcha, la verdad, todos hacemos esta parte del aprendizaje sobre la marcha no es que nosotros ya tengamos un conocimiento y una habilidad desarrollada sin embargo pues bueno va uno aprendiendo toda esta parte y bueno aquí también creo que es muy importante revisar cada cuánto tiempo se va a actualizar, digamos los planes que se están teniendo, porque nosotros a lo largo del tiempo, eso lo empecé yo a hacer en el 2015 y cada cinco años se han ido haciendo revisiones de estas planeaciones, de estas gestiones que sé que se llevaron a cabo y se siguen teniendo muchas complicaciones, sin embargo creo que es muy importante el investigar y ver quién tiene estas habilidades para poderlas desarrollar y bueno pues les agradezco mucho la atención y toda la información que nos brindaron el día de hoy.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Gracias Consuelo, adelante doctora María Elena por favor.

**Dr. María Elena Rodríguez:** Hola buenos días. Bueno para comentar un poco sobre la pregunta de hace rato de ¿cómo estamos pensando lidiar con la deserción? no

sé si lo mencionó el doctor José Luís, pero estamos pensando en un proceso de selección propedéutico y pues lo que hemos visto que en los posgrados si hay una selección más pensada en el perfil de estudiantes que queremos, esto asegura que los estudiantes no desertan, entonces estamos apostando a este curso propedéutico como información para nosotros mismos en la decisión de quienes aceptamos como estudiantes, ya lo dijo el doctor José Luís que tuvimos que defender la idea de que fuera un posgrado de investigación o profesionalizante entonces estamos pensando que quienes entren van a ser líderes de opinión y por lo tanto tienen que tener muy desarrolladas estas habilidades de gestión, ahí como todo proyecto curricular que se vuelve a un proyecto político, quieras o no, tuvimos que ceder con respecto a la línea de investigación de gestión, oficialmente el argumento que nos dieron era fuerte de que no había un grupo de académicos haciendo actualmente gestiones en física educativa y por lo tanto iba a ser una línea de investigación que se viera débil entonces parte del plan de crecimiento del posgrado es ser un centro que sea de un polo de atracción para la gente que está haciendo investigación en política y volver fuerte esta línea para después oficialmente tenerla como una línea del posgrado entonces este era lo que quería comentar este proceso de selección y esto habilidades como dijo José Luís las fuimos ejerciendo o aprendiendo o practicando, perfeccionando cada quien teníamos diferentes historias sobre la marcha entonces hay cosas en las que dijimos no vale la pena pelear, hay cosas que si vale la pena defender, pero tenemos muy claro y eso es muy padre a que el equipo se ha conformado muy sólido y tenemos muy claro cuáles son las cosas hacia donde queremos crecer el proyecto.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Claro, gracias y creo que es notorio y aquí también hay que ser, no sé si el término se autocriticó, pero si haciendo un comparativo con el proceso con el cual el grupo de la Universidad de Guadalajara está conformando el programa claro que si hablamos del programa de CICATA estamos hablando de que se empezó a la planificación por el año 2004 2005 pues ya pasaron poco más de 15 años, 15-16 años, hay condiciones información que no se tenían es entonces que ahora sí se tiene, pero sí es un proceso que yo tengo que reconocer mucho más formal, mucho más, repito, no sé si la palabra clave sea profesional porque también ya hay más gente interesada y más informada ya en la disciplina en el área que eso es importante hace 15-16 años en el caso de CICATA pues había uno o dos expertos en el país, ya no digamos en el politécnico, sino en el país que pudieron hacer esto y por eso hay muchas líneas que no se podían abordar en ese momento, pero sí me parece que es otra de las circunstancias que sería un diferenciador hace rato que comentaba el doctor Luís porque si el proceso de ellos ha sido mucho más profesional mucho más formal, si se vale el término, y por ejemplo algo que comentaba hace un momento Consuelo es con relación a cada cuánto éste se pueden ir haciendo renovación de planes programas y todo esto, ahí

dependemos de cada institución y nuevamente necesitamos expertos en gestión que conozcan la normatividad institucional porque esa es otra cuestión que si nos pasa como profesores, investigadores, disciplinarios únicamente que somos expertos en nuestra profesión y podemos ser expertos en enseñar una disciplina, pero no conocemos la normatividad institucional y por ejemplo estos procesos nada más para poder llevar a cabo la maestría parecían eternos o parecieran eternos, ahí sí lo he comentado incluso en su momento con Luis pues es una etapa tras otra tras otra y pareciera eterno porque como ven pues el proyecto con ellos empezó 2014 es decir 2014/2015 pues ya va para 7 u 8 años, o sea no es algo improvisado y no es no es algo sencillo que formalmente no termina aún, pero bueno o sea imagínense todo ese proceso en el caso de CICATA, sí me gustaría comentarlo, porque por ejemplo aquí de primer semestre en el doctorado tenemos a Claudia, a Édgar, Alan pero de los semestres anteriores precisamente esta Beatriz, está Magaly y los programas que están llevando ustedes son diferentes tan es así que por ejemplo el que lleve yo, el que llevo Luis también es diferente, pero para poder hacer esa actualización de programas pues tuvimos que pasar 15 años, fíjense, entonces todos estos procesos son eternos y tal vez se hacen más complicados precisamente por la falta de formación y gestión que tenemos quienes los tenemos que desarrollar, entonces eso complica más aún las cosas pero nuevamente realza la importancia que debe de tener que se desarrolle en tanto investigación, como de desarrollo de las habilidades como tal, pero bueno no, no quiero abusar más del tiempo, no sé si quieran opinar doctora María Elena, doctor Luís con respecto con respecto a esto.

**Dr. José Luis Santana Fajardo:** Pues sí, nada más coincidir con contigo, en que sí en proceso de diseño de la maestría acá con nosotros, como participación en el cuerpo núcleo académico básico al menos ya tenemos 2 físicos educativos no estoy diciendo desde que los mejores, pero si al menos hay dos físicos educativos y eso si marca algo de diferencia con el inicio del posgrado en el poli y definitivamente pues la cuestión de la evaluación de cierta forma nos lo va a decir nuestro intento de ingreso al padrón nacional de posgrados de calidad y esta cuestión del plan de seguimiento de egresados, el mismo plan de seguimiento de egresados está establece que la entrevista se tiene que hacer a estudiantes que ya tuvieran dos años de egresados entonces esta temporalidad pues nos ayudaría a establecer más o menos en periodos de entre 2 y 5 años precisamente estos procesos de revisión, yo creo que estaríamos revisando el poblado al término de la primera generación y esto estaríamos está replicando los dos años después con los resultados del primer seguimiento de egresados, tendríamos ya este mucha más información para tomar decisiones respecto al diseño de este o al rediseño.

**Dr. José Luis Santana Fajardo:** Sí, algo que me comentó el doctor José Luís y que fue un acierto de la malla curricular es que estas materias no necesitan una revisión hasta consejo general universitario, es decir no va a ver muy pronto cambios a las materias, al tipo de curso que es, a los créditos y las revisiones implicaría más bien instancias menores lo cual lo hace mucho más dinámico, porque yo sé que te exigen a nivel federal ciertos criterios CONACYT te pide que revises cada cierto tiempo, pero con esta forma de hacerlo si tenemos dos años pasando por diferentes instancias en la universidad después de haber terminado la propuesta y todavía no termina entonces la idea era eso tener un plan de estudios muy flexible y que los cambios que necesitamos hacer no implicaría instancia tan elevadas dentro de nuestra universidad para que las pudiéramos hacer mucho más fácil y responder en mejor manera las necesidades de cada generación.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Claro, claro y eso me regresa un poquito a esto de conocer la normatividad institucional porque sí tanto la institucional como la externa porque por ejemplo en el caso de los posgrados también tenemos que conocer la normatividad de CONACYT y fíjense que por ejemplo y si me gustaría hacer una un comentario digo, bueno de las cosas que me dejó estar en la coordinación, conocer algunas cuestiones que también es importante llevar a la gestión porque nos llevan a encontrar incluso contradicciones entre normatividades que la gestión tiene que llevar a modificar y pongo el ejemplo prácticamente del posgrado de la maestría en particular de física educativa, la maestría en física educativa tiene por reglamento en el politécnico con un programa de 30 meses máximo para graduarse, es decir dos años y medio, es decir cinco semestres donde cuatro semestres son de cursos y tienes un semestre extra para graduarte cuando tú terminas esos cinco semestres en automático ya entras a algo que se llama “baja por tiempo” te puedes graduar, pero tienes que seguir otro proceso, pero ya estás fuera de eficiencia de terminarlo de esos términos que también hay que conocer pero curiosamente CONACYT dice “no, para nosotros un posgrado como el de ustedes tiene tres años para que consideres eficiencia terminal” entonces fíjense que entramos en una contradicción interesante cuando aplicamos para ciertos estándares en el politécnico estudiantes que se graduaron de la maestría en particular en el sexto semestre nos dicen ya no están dentro de la eficiencia terminal pero cuando evaluamos para CONACYT para cuestiones como el PNPC nos dicen “si son en eficiencia terminal” entonces tienes que hacer un doble reporte porque las normatividades son diferentes y eso pues te lleva a ciertos conflictos porque como le puedes exigir, sobre todo en el caso de nuestros postores que son para para profesores que están en ejercicio, apúrate o mira el último día para que entregue es tal, se vuelve complicado y entonces la gestión se complica un poco más y eso nada más como un ejemplo de lo mucho que hay por ahí en gestión y otra cosa que comenta la doctora María Elena la flexibilidad a veces también hay

que buscar los recovecos normativos para poder hacer esta normatividad y ahí ahora me voy al ejemplo del doctorado de física educativa nuestro, porque precisamente por la normatividad nos tardamos tantos años en poder hacer la modificación para poder incorporar créditos, que eso es terrible, tener que estar, en principio decir “okey dado como conformamos el programa no hay tanta necesidad de hacer cambios pronto”, a pesar de que CONACYT te diga que cada tres años, al menos, tienes que tener una revisión curricular dices “okey, pero después tú vas viendo las necesidades”, o sea el aprendizaje de la física como de cualquier disciplina en 15 años ha variado mucho entonces requieres nuevas cosas para empezar por ejemplo cursos de nuevas tecnologías por ahí por ejemplo tenemos quienes están trabajando por ejemplo con el doctor Jesús Flores, pues los cursos, por ejemplo quisiera meter un curso de realidad aumentada, a un curso de phyton, etcétera que ahora son muy necesarios de robótica educativa ahora no lo podemos meter tan simple como quisiéramos y ese proceso es muy tardado Luis comentaba en un inicio de los programas similares está el, por ejemplo de matemática educativa del politécnico, en particular el de CICATA, perdón, ellos sí que se decidieron meter en una dinámica de vamos a hacer una modificación del programa, no del plan de estudios sino del programa resulta que la sometieron hace tres años y todavía no les dan respuesta a ese tipo de cuestión nos enfrentamos, pero bueno creo que estoy abusando y estoy más bien desahogándome de todo lo que me ha tocado pasar por acá, no sé si quieren hacerle un comentario ¿Luis, doctora Elena?

**Dr. María Elena Rodríguez:** Pues nada más muy contenta de que estemos, que tengamos en nuestro equipo, porque así te consideramos Mario y toda esta experiencia que ha llevado el CICATA, bueno, pues hasta que sea mucho más fácil nuestro camino, ya no vamos a tropezar en las mismas piedras espero y está agradecerte toda la paciencia, la colaboración, la disposición que siempre has tenido para con nosotros.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** No, no, no pues, al contrario.

**Dr. José Luis Santana Fajardo:** Me uno al agradecimiento.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Yo le comentaba a Luis que me interesaba mucho esta charla porque, bueno, creo que es importante que todos los chicos del posgrado conozcan porque esta parte de la colaboración apenas empieza, o sea yo creo que uno de los “sueños guajiros” que hemos tenido con Luis y que platicamos también ahora que nos vimos por allá con la doctora María Elena, es pues, tal vez a mediano plazo o a la brevedad posible que chicos nuestros lleven algunas materias con ustedes por ejemplo o que haya incluso a mediano plazo un programa de doble titulación, o sea los años son muchos, pero nuevamente tienen que pasar

por la gestión, algo que comentaba Luis y que no lo quiso decir por lo la modestia que tiene él, pero yo sí lo voy a comentar. Luis comenta de que ellos parten ya de tener 2 egresados en física educativa, cuestión que nosotros no tuvimos, uno de ellos es el y otra es la doctora Irene y ambos en el SNII y eso ya es un brinco cualitativo superior entonces si imparte ya con gente experta en el área, situación que no teníamos nosotros, pero antes de que siga hablando de esto sí me gustaría hacer una pregunta que por la delicadeza del tema no voy a decir quién la hizo porque incluso me lo acaban de hacer por WhatsApp, pero fíjese que algo que, no es la pregunta expresa, es un comentario, pero sí me gustaría comentarlo la situación de la contratación, la situación laboral dado que están creando un nuevo programa se complica, o sea bueno también es otro proceso que hay que ver dentro de las situaciones de gestión, la contratación de expertos, porque ahí si Luis ahorita les comentaste más o menos cómo se conformó, pero sí me gustaría que platicaras ¿cuál es la experiencia? y ¿cuál es la planificación que tienen para conformar el cuerpo académico? y más adelante para hacerlo crecer porque las dificultades de contratación, las disputas laborales, son eso, muy difícil eso entonces no sé si doctora María Elena o Luis quisieran comentar algo al respecto.

**Dr. María Elena Rodríguez:** La línea que es parte del de ejercer la política educativa, la línea inicial fue que fuera gente de UDG entonces yo soy parte, bueno me acabo de cambiar, pero era parte de un cuerpo académico UDG que funcionamos como una especie de investigación y desarrollo de hecho así se llama el cuerpo académico, es el cuerpo académico 177 de investigación y desarrollo y desde 2006 estamos haciendo investigación en torno a los procesos que se daban en CACEI, en toda la incorporación de las competencias, formación docente, luego sin querer tú vas volviéndose un nivel de opinión y empezaron a tener algunos compañeros del cuerpo académico posiciones interesantes ya como directores de división, secretarios de división, te da ese este poder la investigación y el acompañamiento de la institución con decisiones más informadas en base a los experimentos que hacíamos vinculados a las mismas clases entonces desde hace muchos años queríamos tener este posgrado y no podíamos no había esa masa crítica de profesores de la institución porque esa era la primera línea, la cuestión de la contratación es muy complicada en mi centro de investigación donde estoy ahorita ha habido compañeros que desafortunadamente han fallecido personas que se van de la universidad y no se rescatan las plazas desde, no quiero como extenderme, pero esto es muy complicado desde la Secretaria Educación Pública hacer nuevas plazas entonces tuvimos la suerte de que tanto Irene, como José Luís que ellos dice que no son los mejores, pero estoy segura que todos sabemos de la calidad de ambos, tuvimos la suerte de que eran parte de la universidad entonces lo que pudimos hacer, el margen de acción es solicitar el cambio de José Luís de un bachillerato en el que estaba y la incorporación en CASEI, las autoridades vieron la

ventaja de este movimiento y se dio tengo que confesar muy rápido, muy rápido ser reconocido es a esa necesidad, pero si la línea fue que fuéramos de casa y si no hemos tenido esta masa crítica, esta cuestión de suerte, de que ellos fueran parte de la universidad, no lo hubiéramos podido lograr ahora lo estamos esperando que se apruebe ya como para ir con estas necesidades de por lo menos una o dos plazas más nuevas y vamos a ver qué tan sensibles son la universidad que creo que no es el problema sino buscar eso esto lo dijiste hace rato esos espacios en la normatividad y en los programas para ver cómo incorporar a dos personas más formadas en el área y a ver cómo nos va en esa parte.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Claro, lo comento porque también en ese sentido nosotros acá en CICATA estamos sufriendo porque bueno de aquí de los compañeros que están varios de ellos tienen directores externos porque no nos damos abasto que, bueno, saliéndome incluso un poquito ahora, ya nos hemos enfrascado demasiado en esta parte acerca de la gestión, pero algo que es que es importante es esta parte de la colaboración también es gestión que es sumamente importante, la colaboración con cuerpos externos con profesores que no sean de nuestro propio cuerpo académico que incluso es algo que CONACYT propugnan que no tengas tantos egresados dentro de tu propio cuerpo académico y nuevo entonces llegamos a la normatividad o los criterios porque es eso está una cosa luz normativa y otra cosa luego son los criterios lo que está fuera de los documentos y hay instituciones por ejemplo como TEC de Monterrey que ellos si tienen esa política “no contratamos a nuestros egresados”, es otra forma de verlo y entonces nuevamente hay que gestionar por ahí no como como movilizarnos pues si es complicado y por eso pues repito la investigación y el trabajo en esta parte del área es importante, pero bueno chicos los noto muy callados, algo más que quieran comentar aprovechamos que ya es la última de este semestre. Fíjense algo que es curioso aquí, incluyendo los chicos ninguno o casi todos somos de instituciones diferentes Alan es de la UNAM, Beatriz está en la en el Instituto de de Media Superior de la Ciudad de México, Diana está en Guanajuato, Claudia también está en Guanajuato, Magaly está en la Universidad del Estado de Hidalgo, Consuelo está en la Politécnica de Tecámac, entonces, vamos, somos diferentes instituciones y creo que todos tenemos diferentes normativas y por lo tanto creo que se ve la importancia de la gestión, no tenemos un criterio uniforme, que eso también dificulta en muchas ocasiones las cosas. Adelante Beatriz por favor.

**Maestra Beatriz Oropeza:** Sí doctor, doctor José Luís en esta postura que ustedes tienen como creadores de una maestría y haciendo referencia a lo último que comentó el doctor Mario, nosotros digamos como docentes que nos estamos profesionalizando en la investigación, pues éste de alguna manera tenemos ya una chamba, un trabajo ahí, sin embargo digamos quisiéramos migrar a ser

investigadores de tiempo completo, investigadores educativos de tiempo completo pues parece que el panorama como estaba comentando por ejemplo en su institución pues parece poco alentador que podría decir de la posibilidad de laborar ya como investigadores educativos para e integrarse a una institución educativa digamos un centro de investigación educativa, digamos en diferentes universidades o sea yo termino yo termino mi doctorado supongámonos en unos 2 años y ya no quiero ser docente porque pienso que pues sí me gusta mucho ser docente, pero me lleva mucho tiempo quiero dedicarme a la investigación educativa ¿qué posibilidades hay?, ¿cuál es el mercado laboral que ofrecen ustedes a sus egresados?

**Dr. José Luis Santana Fajardo:** Aquí las posibilidades dependen y si hablamos de intrainstitucional, las posibilidades dependen de cuestiones que ya se habían comentado, las cuestiones de contratación son muy difíciles, pero aquí yo rescataría la cuestión y de nuevo de mi experiencia personal aquí yo respetaría lo siguiente sinceramente no soy, no me considero el mejor profesor del universo para nada, pero sí me abrió muchas posibilidades para hacer mejor mi trabajo, es decir mi formación como investigador me abrió muchas posibilidades para hacer mejor mi trabajo y esas posibilidades y esa forma de hacer mejor mi trabajo me abrió otras puertas dentro de la misma institución y ocupando el mismo puesto y el mismo cargo que tenía, creo que este depende mucho también de la persona insisto depende de la institución, pero si este lo que podría decirles a mis posibles usuarios, a mis posibles víctimas, sería esa precisamente que te abre otras puertas esta formación en investigación, aunque no te dedicas a la investigación, te abre otras puertas ahora si quieres dedicarte a la investigación, obviamente va a ser difícil, es que creo que aquí no sería muy alentador en empezar con esto va a ser muy difícil, pero poco a poco la misma normatividad universitaria te permite de cierta manera, de hecho yo tengo la posibilidad ahorita de dejar las clases, obviamente ya no esté como miembro del SNII, tengo la posibilidad de dejar algunas clases para dedicarme más a la investigación, pero pues este obviamente con este reconocimiento entonces si es posible, pero si va a ser un poquito complicado, sobre todo las primeras estas las primeras ocasiones y sobre todo esté en el nivel medio, al menos aquí en la institución si es un poquito más complicado, que yo espero honestamente y sinceramente que estas iniciativas como como este posgrado como el el equipo que se está conformando de alguna manera influyen en este tipo de apoyos que se pudiera dar, no sé si por complete tu pregunta Beatriz o por lo menos te ayudo a clarificar un poquito.

**Maestra Beatriz Oropeza:** Sí, muchas gracias, no sé si el doctor Mario digamos como el de casa pudiera ampliar más esta situación.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Pues mira, el panorama no únicamente en nuestras instituciones, creo que en todo el país y en toda Latinoamérica inclusive por lo que ahora estoy estudiando por acá, no es sencillo porque ahí nuevamente regresamos a las cuestiones ya no tanto de gestión ahí sí ya de política educativa como tal estamos hablando de recursos económicos porque una plaza implica dinero, crear una plaza como decía la doctora María Elena es complicado no es sencillo, pero mientras mayor formación tienes, es más sencillo que puedes irte incorporando curiosamente ayer estábamos en un evento precisamente en la Universidad de Hidalgo con Magaly el cual también estuvo dando José Luís un taller y así una reflexión precisamente sobre estas charlas y los grupos los ocho integrantes iniciales, curiosamente estos ocho iniciadores fundadores de este ejercicio de las charlas poco a poco nos hemos ido colocando, pero este poco a poco ahora sí que hablando de físicas son procesos cuasi estables, es decir que tienen un avance muy lento con respecto al tiempo, pero por ejemplo la doctora Zoraida en la Universidad de San Luís Potosí que empezó también con la maestría, luego con el doctorado ahora es jefa de departamento en San Luís Potosí en el departamento de física, creo, o es secretaria académico, el doctor Johnny Medina pues ahora es director del Instituto de Investigaciones Pedagógicas, el doctor Carlos Arriaga es secretario de la Universidad Politécnica de San Luís Potosí, José Luís que pues, no digo que sea malo estar en una prepa, porque esta plática la tuvimos sino en el recuerdo José Luís en una APT ¿te acuerdas que por primera vez tenían la oportunidad? y él decidió quedarse un tiempo en la prepa, pero también las necesidades, no el interés, las necesidades del medio lo fueron llevando ahora a estar trabajando acá por la creación del posgrado en la Universidad de Guadalajara, la doctora Diana López ya es casi dueña de la Universidad de Colorado, el doctor Diego Becerra ahora él es el coordinador del postgrado en tecnología educativa de la Universidad de la Sabana, qué quiero decir, que es difícil, sí, pero conforme vas teniendo formación y trabajo en el área se te van abriendo mayores espacios, pero bueno es difícil no por la disciplina porque lo mismo podríamos decir de un doctor en biotecnología, de un doctor en turismo es decir la cuestión de investigación no es sencilla, cierro el comentario por ejemplo el lo que comentó del doctor Johnny Medina el que apenas lo nombraron directora del instituto de investigaciones pedagógicas de la Universidad de Austral de Chile lo nombraron el martes y el miércoles me decía mire doctor estuve viendo presupuestos a ver si lo podíamos contratar y no puedo, estoy atado, o sea ya estoy hablando de cuestiones están tan triviales, pero importantes como como diría Bill Clinton es el dinero, es el dinero entonces ahí es la mayor dificultad pero bueno espacios siempre debemos de buscarlo, conforme mayor formación tengas por ejemplo lo que comenta Luis pues necesariamente con situaciones como el SNI pues es más fácil que te vayas moviendo, yo por eso a ti misma te dicho Beatriz, por ahí a mis estudiantes a Magaly, a Claudia también, lo importante es producir para estar en el SNII porque ya con

eso se te abren un mayor número de puertas, no te lo asegura pero te abren mayores puertas, pero bueno, ese sería mi comentario al respecto adelante Abigail, por favor.

**Maestra Abigail Rojas:** Buenas tardes, A mí me parece que lo más importante y ha sido mencionado por José Luís y por ti Mario y solo mencionar que dependemos completamente de las puertas que abran la SEP y CONACYT y ambas siempre hay recovecos, pero hay que estar listo para ellos y es el camino de cualquier investigador en cualquier área, no estoy hablando solamente de la física educativa o de lo relacionado con la educación sino con los investigadores con el ser investigador y que eso está preparado como mencionaste el doctorado, el estar en el SNI, ahí siempre dejan un huequito en la CONACYT por el cual podrías aprovechar y los maneja desgraciadamente de forma intermitente al igual que la SEP. Por mucho tiempo en la Universidad de Guadalajara estuvieron contratarlo porque la SEP permitía a personas con alto perfil crearles una plaza y duro varios años, ahorita desgraciadamente está cerrado, pero CONACYT estaba viendo hace dos días, no sé cuándo lo sacarían, yo me enteré hace dos días que estaba revisando como lo de las contrataciones y al parecer con postdoc, por un año le paga a un investigador por estar una institución, en la institución paga otra parte antes de seso se hacía cómo repatriación, ahorita no están manejando como repatriación, simplemente como buenos si tienes bienes de un postdoc, otra institución diferente de donde realiza este posgrado, CONACYT te quiere contratar por un año y ya está es una puerta porque si das buenos resultados, la institución te convence, tú convences a la institución, me parece que ya sería posible, está a un paso de que se pueda dar la plaza entonces bueno simplemente decir que sí es una manera intermitente, pero siempre hay recovecos que hay que estar al pendiente y cada que se abran estar preparados porque si lo van a abrir y vas a ver tú los requisitos si estás muy por debajo de lo que se requiere bueno ahí sí las oportunidades son cero. si te desanimas y dejarte de trabajar de producir, las posibilidades de una contratación son bajas sí, pero si estás preparado vas a encontrar una puerta porque si se encuentra, todos los hemos encontrado.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Sí, gracias y coincido totalmente contigo porque, tal vez se oye un poquito presuntuoso, pero oportunidades hay como dices a cuentagotas y hay que estarlas cazando y no dormirnos en nuestros laureles, miren acá en el politécnico en no pocas ocasiones pasa, ya incluso con colegas que tienen contratados 20 veintitantos años, pero dejaron de producir y dicen yo me dedico a mis clases y de repente cuando hay algún tipo de convocatoria siempre como dice Abigail algo nos van a pedir por ejemplo las cuestiones que comentas es como una especie de sustitución a las cátedras CONACYT que funcionaron durante algún tiempo bastante bien, pero dicen “a ver si tiene usted de posdoctorado” “oiga,

pero pues no lo voy a empezar ahorita, me hubiera dicho hace dos años” pues no, eso ya va dependiendo de ti, la productividad. Yo por ejemplo a las chicas que están en el programa por ejemplo como Claudia o las chicas que trabajan conmigo de maestras de preescolar les he dicho pues no importa ustedes que están ahí si dependen todavía más directamente de la SEP de todos modos hay que producir, hay que sacar papers, hay que asistir a eventos, etcétera porque no sabemos con qué sorpresita a salir, son filtros ,repito son filtros algunos válidos, algunos medios cuestionables rápidamente por ejemplo José Luís sabe estas cuestiones del SNI el año pasado, fue todo un lío el año pasado en el SNI porque con las nuevas normatividad es ahora decir tiene usted que tener al menos dos productos de divulgación al año, ¿qué es divulgación? es que asiste a congresos, que dice alguna charla, etcétera pero resulta que investigadores particularmente de los niveles 2 o 3 decían “yo ya no voy a congresos, el que me den una un papelito de eso ya no me sirve” y creo que me tocó con algunos compañeros que decían “es que no tengo nada de divulgación” y los bajaron de nivel o incluso algunos salieron y han tenido que estar apelando porque no cubrían esos dos aspectos por qué, por qué pues hay que tener de todos entonces no es sencillo hay que estar cazando, pero bueno eso va ligado con oportunidad laborales, con cuestiones de becas, con n cosas que no hay que dejar de producir y por otro lado pues de aprender también eso es muy importante pero sí coincido con Abigail, no es sencillo, pues bueno por cuestiones de tiempo que tenemos que ir cerrando entonces no sé si José Luis, Elena por acá, Liliana que está en el YouTube, si quisieran hacer algún comentario de cierre muy interesante, yo creo que aquí ya nuevamente como era el objetivo de esta charla nos podemos quedar aquí echando chisme todo el día, pero por cuestiones de tiempo tenemos que ir cerrando, José Luís adelante.

**Dr. José Luis Santana Fajardo:** Debería de llamarse el chismes de física educativa, yo quiero agradecer la participación de los compañeros las preguntas y los comentarios, quiero agradecer la invitación de Mario y bueno pues agradecer también a María Elena no la vi, pero está acá en YouTube y Abigail buenas tardes y gracias, e insisto muchas gracias a todos espero no haber sido demasiado aburrido, suelo tener esta cualidad de dormir gente, muchas gracias y espero seguir conviviendo y compartiendo algunas cosas con ustedes.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Muchas, muchas gracias a ti Luís. Elena por favor, adelante.

**Dr. María Elena Rodríguez:** Nada más agradecer de nuevo y pues mencionaste Mario sueños tenemos muchos, aunque vaya avanzando lento espero que en 3/5 años ya estemos “logramos esto” pero todavía tenemos más.

**Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz:** Claro y creo que yo no voy a quitar el dedo del renglón, ya no tengo la coordinación, pero creo que podemos ir impulsando a que eventualmente podamos tener tal vez una doble titulación con ustedes, sería interesante hay que trabajarlo simplemente. Agradecerles nada más por acá una pregunta rápida de Sergio Sarmiento por parte de YouTube, Sergio pregunta si “¿se puede pertenecer al SNII sino se pertenece a una institución educativa?” sí, pero una cuestión que te quita el CONACYT es el apoyo económico es decir te puede dar el nombramiento a la distinción como se le conoce y no tener la beca, es importante ello incluso algunos de sus compañeros que vitales voy a hacer un anuncio ya para cerrar está fuera del país y el hecho de todas maneras ingresa al SNI, si algún día regresas tendrás el SNI y ya te incorporas a alguna universidad te darán el apoyo económico esto es variable, si recuerdas hace tan pronto como el año pasado incluso se tomó la determinación en un momento de que las universidades privadas ya no se les iba a dar el estímulo, después del regreso estaba variando quienes son decisiones de repente del del CONACYT que van variando, pero si se puede pertenecer incluso yo recomendaría que aunque no estuvieran en una institución o que trabajarán fuera del país si aplicarán al SNII y aunque no les den el estímulo tengan el nombramiento y eso es mucho más sencillo por cuestiones como comentaba a Beatriz se abre una convocatoria de la universidad, quizá, “mire yo estoy del SNII” tengo el nombramiento puedo ingresar ese es el día de hoy, no sé cómo se pueda modificar el día de mañana, pero puede ser espero haber resuelto la duda y pues bueno nada más agradecerles, agradecerles por haber participado en estas ocho pláticas de este semestre y pues con esto se cerraríamos. Le agradezco mucho a José Luis, a todo en el equipo de la Universidad de Guadalajara, a la doctora Elena, a la doctora Abigail, a la doctora Liliana, son un grupo bien trabajador y con el cual pues uno se siente muy a gusto participando, espero como comenta Elena seguir ahí trabajando y teniendo colaboración y a ustedes chicos pues agradecerles y nada más hacer el comercial la próxima temporada la iniciaremos seguramente en el mes de agosto y ya tenemos por ahí aseguradas varias charlas, tendremos una desde Japón como les comentaba, tendremos seguramente alguna por EUA, yo en su momento les estaré enviando las invitaciones y el calendario y pues agradecerles y con esto cerraremos les agradezco a todos nuestros oyentes en YouTube y bueno pues hasta la próxima y con esto estaría terminando la transmisión en YouTube hasta pronto.

## Referencias

Castellanos, A., Verduzco, A., Moreno, M., Padilla, R., & Pérez, S. (2007). Modelo educativo siglo 21. Universidad de Guadalajara. [http://www.udg.mx/sites/default/files/modelo\\_Educativo\\_siglo\\_21\\_UDG.pdf](http://www.udg.mx/sites/default/files/modelo_Educativo_siglo_21_UDG.pdf)

Díaz-Barriga, F. (1990). Metodología de Diseño Curricular para Educación Superior. México: Trillas.

Moreno Castañeda, M, Chan Núñez, M. E, Flores Briseño, M. M., Pérez Alcalá, M. S., Ortiz Ortiz, M. G., Hernández Figueroa, V. G., ... Coronado Ramírez, G. (2010). Modelo educativo del Sistema de Universidad Virtual. México: Sistema de Universidad Virtual. Universidad de Guadalajara.

## **Anexos**

### *Anexo I Perfil de egreso*

El egresado será capaz de generar y/o aplicar conocimiento, así como comunicar los resultados de investigaciones, acerca de la forma en que se enseña y se aprende la física en el contexto social y cultural contemporáneo. Lo anterior a partir de la articulación de ocho competencias dentro de las cuáles se consideran dos del proyecto Tuning América Latina (Beneitone, Esquetini, González, Marty, Siufi y Wagenaar, 2007:163) que son importantes para la enseñanza de la Física.

“21. Conocer y comprender el desarrollo conceptual de la Física en términos históricos y epistemológicos.

22. Conocer los aspectos relevantes del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, demostrando disposición para colaborar en la formación de científicos.”

Así mismo se definen seis competencias más que se relacionan con las dos líneas de generación y aplicación del conocimiento que tendrá el posgrado. El egresado será un recurso humano que desarrollará con un nivel de logro suficiente las siguientes competencias:

1. Comprende el desarrollo conceptual de la Física en términos históricos y epistemológicos.
2. Conoce los aspectos relevantes del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, demostrando disposición para colaborar en la formación de científicos.

3. Gestiona los espacios, recursos y herramientas necesarias para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física.
4. Diseña o rediseña partes o la totalidad del *currículum* basado en el aprendizaje de la Física.
5. Participa en la elaboración y desarrollo de proyectos de investigación en Física Educativa.
6. Comunica los resultados de investigaciones en Física Educativa ante sus pares y/o ante el público en general, en diversos foros mediante distintos medios y recursos.
7. Incide en temas de política educativa relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de la física.
8. Propone y/o aplica metodologías y estrategias tendientes a mejorar el proceso de formación de docentes en Física Educativa.

## *Anexo 2 Identificación de saberes*

### **Maestría en Ciencias en Física Educativa** **Identificación de “Experiencias Educativas”**

| <b>Módulo de aprendizaje</b>                   | <b>Competencia</b>                                                                           | <b>Saberes conceptuales</b>                                                                                                                                          | <b>Saberes procedimentales</b>                                                                                                                                                  | <b>Saberes actitudinales</b>                                                         |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Desarrollo histórico y conceptual de la física | 1. Comprende el desarrollo conceptual de la Física en términos históricos y epistemológicos. | Identifica los conceptos físicos con base en su ubicación histórica.<br><br>Describe los conceptos físicos con base en la forma en que se produce el conocimiento en | Analiza las implicaciones que tienen las teorías físicas sobre el desarrollo de la ciencia, tecnología y arte en distintos momentos históricos.<br><br>Analiza los procesos que | Valora sus preconcepciones al compararlos con las ideas físicas a través del tiempo. |

|                                                           |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                           |                                                                                                                                                                    | <p>física.</p> <p>Caracteriza la forma en que se genera el conocimiento de la física con base a criterios históricos y epistemológicos.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>permiten la generación de conocimiento en física para su aprovechamiento en el proceso enseñanza-aprendizaje.</p>                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>La Física Educativa y la alfabetización científica</p> | <p>2. Conoce los aspectos relevantes del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, demostrando disposición para colaborar en la formación de científicos.</p> | <p>Reconoce la didáctica de la física como la base para el desarrollo de aprendizajes en contextos diversos.</p> <p>Distingue los tipos de evaluación del aprendizaje según el agente, según la finalidad, según el momento dentro de diversos contextos.</p> <p>Distingue las técnicas e instrumentos de evaluación a partir del tipo de producto que evidencia el desarrollo de saberes en física.</p> <p>Diferencia entre procedimientos de calificación y evaluación de los aprendizajes adquiridos para</p> | <p>Describe el rol de los distintos actores del proceso educativo con base en su impacto en el desarrollo de saberes en física.</p> <p>Relaciona estrategias de enseñanza aprendizaje con uno o varios modelos educativos.</p> | <p>Valora la importancia de la interacción entre los distintos elementos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la física.</p> <p>Respeto las diferencias entre los actores que intervienen en el proceso de enseñanza aprendizaje de la física.</p> |

|                                                                                                         |                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                         |                                                                                                                                    | diseñar estrategias de evaluación más democráticas.                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                           |
| La gestión académica en la educación en física                                                          | 3. Gestiona los espacios, recursos y herramientas necesarias para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. | Describe los espacios (virtuales y físicos) y recursos (físicos y digitales) necesarios para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la física.<br><br>Distingue los recursos tecnológicos útiles para el desempeño de actividades de formación en contextos diversos. | Aplica eficientemente los recursos y herramientas disponibles (físicos y digitales) en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física.<br><br>Aprovecha eficientemente los espacios disponibles (virtuales y físicos) para el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje de la física.<br><br>Selecciona los recursos y herramientas didácticas con base en los propósitos y alcances del nivel en que se ubiquen los cursos de física. | Hace uso ético de los espacios y recursos disponibles para el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje.<br><br>Respeto el rol instrumental de la tecnología dentro del proceso enseñanza-aprendizaje. |
| Diseño curricular en Física Educativa<br><br>Enseñanzas (mecánica, acústica, óptica, electromagnetismo, | 4. Diseña o rediseña partes o la totalidad del <i>currículo</i> basado en el aprendizaje de la Física.                             | Explica la manera en que se relacionan el modelo educativo y el <i>currículo</i> orientado a la enseñanza aprendizaje de la                                                                                                                                                          | Relaciona competencias y saberes con los productos que evidencian el desarrollo de competencias.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Respeto el rol instrumental de la tecnología dentro del proceso enseñanza-aprendizaje.                                                                                                                    |

|                                           |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>termodinámica,<br/>física moderna)</p> |  | <p>física.</p> <p>Diferencia entre procedimientos de calificación y evaluación de los aprendizajes adquiridos para diseñar estrategias de evaluación cuyos resultados impacten en el diseño curricular de las materias que imparten.</p> <p>Identifica los diferentes modelos curriculares con que se ha diseñado la enseñanza de la física en diferentes niveles educativos.</p> <p>Identifica los fundamentos teóricos y metodológicos que permiten el desarrollo de aprendizajes en física en distintos niveles educativos.</p> <p>Distingue los recursos tecnológicos útiles para el desempeño de actividades de formación en contextos diversos.</p> | <p>Relaciona competencias y productos con las actividades necesarias para su elaboración.</p> <p>Relaciona los espacios y recursos con las actividades necesarias para la elaboración de productos que evidencian aprendizajes en física.</p> <p>Diseña situaciones de aprendizaje que permitan el desarrollo de competencias en estudiantes de distintos niveles educativos.</p> <p>Propone y/o aplica metodologías y estrategias innovadoras para el mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje basados en la Investigación en Física Educativa (PER por sus siglas en inglés).</p> | <p>Mantiene apertura hacia las nuevas tendencias en educación en física.</p> <p>Hace uso ético de los espacios y recursos disponibles para el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje.</p> <p>Aprecia la incorporación de experimentos de cátedra y demostraciones en clase cuyo objetivo sea la comprensión de los conceptos de la física.</p> |
|-------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                 |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                 |                                                                                                                                                           | <p>Aplica eficientemente los recursos y herramientas disponibles (físicos y digitales) en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física.</p> <p>Aprovecha eficientemente los espacios disponibles (virtuales y físicos) para el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje de la física.</p> <p>Selecciona los recursos y herramientas didácticas con base en los propósitos y alcances del nivel en que se ubiquen los cursos de física.</p> |                                                                                                                                                                                 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• La investigación en Física Educativa I</li> <li>• La investigación en Física Educativa II</li> <li>• La investigación en Física</li> </ul> | 5. Participa en la elaboración y desarrollo de proyectos de investigación y/o intervención en Física Educativa. | <p>Distingue las temáticas de investigación clásicas y emergentes en física educativa.</p> <p>Identifica los fundamentos teóricos y metodológicos que</p> | <p>Diseña instrumentos para evaluar el dominio conceptual en diferentes áreas de la física.</p> <p>Valida los instrumentos con que se evalúa el dominio conceptual</p>                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>Aprecia la incorporación de <i>experimentos de cátedra</i> y demostraciones en clase cuyo objetivo sea la comprensión de los conceptos de la física.</p> <p>Reconoce las</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Educativa III</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La investigación en Física Educativa IV</li> </ul><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyectos de Física Educativa I</li> <li>• Proyectos de Física Educativa II</li> <li>• Proyectos de Física Educativa III</li> <li>• Proyectos de Física Educativa IV</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                    | <p>permiten el desarrollo de proyectos de investigación y/o intervención en física educativa.</p>                                                                                                                       | <p>en diferentes áreas de la física.</p> <p>Propone soluciones a problemas en el contexto de la Física Educativa.</p><br><p>Diseña metodologías adecuadas al contexto que se pretende estudiar o intervenir dentro de la física educativa.</p><br><p>Aplica metodologías adecuadas al contexto que se pretende estudiar o intervenir dentro de la física educativa.</p> | <p>diferencias ideológicas y metodológicas como inherentes a cualquier fenómeno educativo.</p><br><p>Valora la utilidad de los distintos enfoques teóricos y metodológicos para el desarrollo de proyectos de investigación y/o intervención en física educativa.</p><br><p>Colabora en equipos diversos para el desarrollo de proyectos de investigación y/o intervención educativa</p> |
| <p>Difusión y divulgación de la ciencia</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>6. Comunica los resultados de investigaciones en Física Educativa ante sus pares y/o ante el público en general en lenguaje oral y escrito (participa en proyectos de difusión y/o divulgación científica).</p> | <p>Identifica los canales de comunicación académica en que se puede publicar los hallazgos experimentales según el alcance y propósito de investigación.</p><br><p>Identifica las metodologías para la comunicación</p> | <p>Redacta reportes experimentales apegados a las convencionalidades de redacción según el canal elegido.</p>                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>Reconoce que la comunicación científica posee un estilo retórico propio que privilegia la claridad en la exposición de ideas.</p>                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                                                |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                |                                                                                                       | que promueven la traducción de los hallazgos experimentales a diferentes públicos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| La política educativa y la educación en física | 7. Incide en temas de política educativa relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de la física. | <p>Identifica la parte de la evaluación educativa que impacta en las decisiones administrativas dentro de un proceso educativo.</p> <p>Concibe el conocimiento como una construcción social influenciado por el contexto.</p> <p>Identifica los diferentes modelos curriculares con que se ha diseñado la enseñanza de la física en diferentes niveles educativos.</p> <p>Reconoce los aspectos relevantes de las normativas que regulan el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física en distintos niveles educativos.</p> | <p>Aplica diferentes técnicas para estimar la calidad de los instrumentos de evaluación empleados en el proceso enseñanza-aprendizaje.</p> | <p>Valora la importancia de discutir colegiadamente los resultados de la evaluación de los aprendizajes para implementar cambios en la manera de enseñar la física.</p> <p>Reconoce que todo proceso de diseño curricular implica la adopción de posturas epistemológicas, metodológicas e ideológicas dado que el conocimiento es una construcción social.</p> <p>Valora la congruencia entre el desempeño docente y los referentes teóricos en los que este se basa dentro del contexto institucional.</p> |

|                                 |                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                       |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Formación del docente de Física | 8. Propone y/o aplica metodologías y estrategias tendientes a mejorar el proceso de formación de docentes en Física Educativa. | Reconoce diferentes modelos de formación de profesores según las necesidades institucionales de formación.<br><br>Identifica las competencias docentes deseables en profesores de física según el contexto educativo a nivel local, nacional e internacional. | Aplica diferentes modelos de formación de profesores con base en las necesidades institucionales.<br><br>Diseña diversas acciones de formación docente para profesores de física según el nivel educativo en que se implementará y el contexto en que esté inmerso. | Valora la congruencia entre el desempeño docente y los referentes teóricos en los que este se basa dentro del contexto institucional. |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### Anexo 3 Encuesta a empleadores

#### Maestría en Ciencias en Física Educativa (Encuesta para evaluar su congruencia con las demandas del mercado laboral)

El Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara inició un proceso para el diseño curricular de un Posgrado en Ciencias en Física Educativa. Como parte del documento que contiene la propuesta, el Reglamento General de Planes y Programas de Estudio de esta institución, requiere de un estudio de factibilidad. Por lo que le solicito su valiosa ayuda contestando la siguiente encuesta. Le llevará 15 minutos.

**\*Obligatorio**

1. Dirección de correo electrónico \*

2. AVISO DE PRIVACIDAD La Universidad de Guadalajara (en adelante UdeG), con domicilio en Avenida Juárez 976, colonia Centro, código postal 44100, en Guadalajara, Jalisco, hace de su conocimiento que se considerará como información confidencial aquella que se encuentre contemplada en los artículos 3, fracciones IX y X de la LPDPPSOEJM; 21 de la LTAIPEJM; Lineamientos Cuadragésimo Octavo y Cuadragésimo Noveno de los Lineamientos de Clasificación; Lineamientos Décimo Sexto, Décimo Séptimo y Quincuagésimo Octavo de los Lineamientos de Protección, así como aquellos datos de una persona física identificada o identificable y la inherente a las personas jurídicas, los cuales podrán ser sometidos a tratamiento y serán única y exclusivamente utilizados para los fines que fueron proporcionados, de acuerdo con las finalidades y atribuciones establecidas en los artículos 1, 5 y 6 de la Ley Orgánica, así como 2 y 3 del Estatuto General, ambas legislaciones de la UdeG, de igual forma, para la prestación de los servicios que la misma ofrece conforme a las facultades y prerrogativas de la entidad universitaria correspondiente y estarán a resguardo y protección de la misma. Usted puede consultar nuestro Aviso de Privacidad integral en la siguiente página web: <http://www.transparencia.udg.mx/aviso-confidencialidad-integral> \*

Selecciona todos los que correspondan.

☐ Estoy de acuerdo con el contenido en el aviso de privacidad.

3. Tipo de plantel \*

Marca solo un óvalo.

- ☐ Pertenece a UdeG
- ☐ Incorporado a UdeG
- ☐ Otro

4. Nombre del plantel \*

\_\_\_\_\_

**I. CARACTERÍSTICAS DE LOS  
PROFESORES DE FÍSICA EN SU ÁREA O  
DEPARTAMENTO**

Nos gustaría saber algunos datos sobre los profesores que enseñan física en su unidad académica. Debe saber que los datos proporcionados serán tratados con confidencialidad y se analizarán sólo con propósitos de investigación.

5. En su unidad académica ¿Cuántos profesores tienen hasta 20 años de edad? \*

\_\_\_\_\_

6. En su unidad académica ¿Cuántos profesores tienen de 21 a 30 años de edad? \*

\_\_\_\_\_

7. En su unidad académica ¿Cuántos profesores tienen de 31 a 40 años de edad? \*

\_\_\_\_\_

8. En su unidad académica ¿Cuántos profesores tienen de 41 a 50 años de edad? \*

\_\_\_\_\_

9. En su unidad académica ¿Cuántos profesores tienen más de 50 años de edad? \*

\_\_\_\_\_

10. ¿Cuál es la distribución de las edades de los profesores en su unidad académica?

Selecciona todos los que correspondan.

|              | 20-30 años               | 30-40 años               | 40-50 años               | Más de 50 años           |
|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| menos de 20% | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 20-40%       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 40-60%       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 60-80%       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 80-100%      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

11. ¿Cuál es la distribución de los grados máximos de estudios de los profesores?

Selecciona todos los que correspondan.

|              | Bachillerato             | Licenciatura             | Maestría                 | Doctorado                |
|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| menos de 20% | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 20-40%       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 40-60%       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 60-80%       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 80-100%      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

12. ¿Cuál es la distribución de las disciplinas de formación de los profesores?

Selecciona todos los que correspondan.

|              | Física                   | Matemáticas              | Ingenierías              | Educación                | Química                  | Otra                     |
|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| menos de 20% | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 20-40%       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 40-60%       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 60-80%       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 80-100%      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

13. ¿Qué tipo de contratos tienen los profesores?

Selecciona todos los que correspondan.

|              | Tiempo completo          | Tiempo parcial           | Asignatura/Cátedra/Por honorarios |
|--------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| menos de 20% | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>          |
| 20-40%       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>          |
| 40-60%       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>          |
| 60-80%       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>          |
| 80-100%      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>          |

14. ¿Qué actividad(es) realizan los profesores contratados de tiempo completo? (Puede elegir más de una opción) \*

Selecciona todos los que correspondan.

- ☐ Docencia
- ☐ Investigación
- ☐ Administrativa

Otro: ☐ \_\_\_\_\_

15. ¿Cómo calificaría el dominio de las siguientes habilidades por parte de los profesores que forman su planta académica. Es decir, ¿cuántos de ellos dominan cada una de las habilidades? \*

Marca solo un óvalo por fila.

|                                                                                                                                                                                                         | Todos                 | La mayoría de ellos   | Sólo algunos          | Ninguno de ellos      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Gestiona los espacios y recursos necesarios para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física                                                                                        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Utiliza las (tecnologías de información y comunicación) TIC y (tecnologías de aprendizaje y comunicación) TAC de forma eficiente como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Diseña y rediseña partes o la totalidad del currículum basado en el aprendizaje de la Física                                                                                                            | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Participa en la elaboración y desarrollo de proyectos de investigación e intervención en Física Educativa                                                                                               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Comunica los resultados de investigaciones en Física Educativa ante sus pares y/o ante el público en general en lenguaje oral y escrito (participa en proyectos de difusión y/o divulgación científica) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Propone soluciones a problemas en el contexto de la Física Educativa                                                                                                                                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Incide en temas de política educativa relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de la física                                                                                                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Propone y/o aplica metodologías y estrategias innovadoras para el mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje basados en la Investigación en                                                      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

|                                                                                                                                                         |                       |                       |                       |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Física Educativa (PER por sus siglas en inglés)                                                                                                         |                       |                       |                       |                       |
| Propone y/o aplica metodologías y estrategias tendientes a mejorar el proceso de formación de docentes en Física Educativa                              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Conoce y comprende el desarrollo conceptual de la Física en términos históricos y epistemológicos                                                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Conoce los aspectos relevantes del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, demostrando disposición para colaborar en la formación de científicos | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

## II. PERCEPCIÓN DE NECESIDADES DE FORMACIÓN

16. Suponga que está evaluando a un candidato a contratar como profesor de física para su unidad académica. ¿Qué tan importante es para usted que dicho candidato domine las siguientes habilidades? \*

*Selecciona todas las que correspondan.*

|                                                                                                                                                                                                         | Muy importante           | Importante               | Poco importante          | Nada importante          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Gestiona los espacios y recursos necesarios para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física                                                                                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Utiliza las TIC y TAC de forma eficiente como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física                                                                                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Diseña y rediseña partes o la totalidad del currículum basado en el aprendizaje de la Física                                                                                                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Participa en la elaboración y desarrollo de proyectos de investigación e intervención en Física Educativa                                                                                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Comunica los resultados de investigaciones en Física Educativa ante sus pares y/o ante el público en general en lenguaje oral y escrito (participa en proyectos de difusión y/o divulgación científica) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Propone soluciones a problemas en el contexto de la Física Educativa                                                                                                                                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Incide en temas de política educativa relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de la física                                                                                                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Propone y/o aplica metodologías y estrategias innovadoras para el mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje basados en la Investigación en Física Educativa (PER por sus siglas en inglés)      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

|                                                                                                                                                         |                          |                          |                          |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Propone y/o aplica metodologías y estrategias tendientes a mejorar el proceso de formación de docentes en Física Educativa                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Conoce y comprende el desarrollo conceptual de la Física en términos históricos y epistemológicos                                                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Conoce los aspectos relevantes del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, demostrando disposición para colaborar en la formación de científicos | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

17. ¿Qué tan importante sería que el candidato a contratar pudiera llevar a cabo las siguientes actividades? \*

Marca solo un óvalo por fila.

|                                                                                                                                                      | Mucho                 | Poco                  | Nada                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Proponer y ejecutar proyectos de investigación para entender los mecanismos de la adaptación del conocimiento de la Física a las prácticas escolares | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Comunicar los resultados de investigaciones acerca de la forma en que se enseña y se aprende la física en revistas especializadas                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Participar en foros académicos donde pueda establecer intercambio de ideas con otros investigadores del área de educación                            | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Contribuir a la incorporación de conocimientos de la Física al sistema didáctico de su unidad académica                                              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

III. INTERÉS EN EL FUTURO POSGRADO EN FÍSICA EDUCATIVA

La Maestría en Ciencias en Física Educativa, de la Universidad de Guadalajara, se está diseñando para que sea un programa que forme recursos humanos de alto nivel para desarrollar actividades de investigación para la identificación y/o solución de problemas relacionados con la manera en que se aprende y enseña Física en cualquier nivel educativo.

¿Qué tan interesante sería para usted que alguno de sus profesores se involucrara en un posgrado como el descrito?

18. Habría apoyo institucional si el posgrado se ofertara en la modalidad... \*

Marca solo un óvalo.

- ☐ Escolarizada (coincidiendo en tiempo y espacio con mis profesores/compañeros)
- ☐ A distancia (coincidiendo en tiempo con mis profesores/compañeros pero en espacios distintos)
- ☐ Semiescolarizada (coincidiendo en tiempo y espacio con mis profesores/compañeros sólo durante fechas y horarios especificados con antelación)
- ☐ En línea (sin coincidir en tiempo ni espacio con mis profesores/compañeros)

19. Habría apoyo institucional para que el profesor se incorporara al posgrado... \*

Marca solo un óvalo.

- ☐ Con dedicación de tiempo completo (sólo estudiando el posgrado)
- ☐ Con dedicación de tiempo parcial (con pocas responsabilidades académicas mientras estudia el posgrado)

20. ¿Qué tanto le gustaría que el profesor inscrito en el posgrado se involucrara en las siguientes líneas de investigación? \*

*Marca solo un óvalo por fila.*

|                                                                                           | Mucho                 | Poco                  | Nada                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Gestión y Política de la educación en Física                                              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Tecnología educativa para la enseñanza-aprendizaje de la Física                           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Diseño curricular, enseñanza-aprendizaje y evaluación educativa relacionada con la Física | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

21. Si tiene algún comentario o sugerencia para la Comisión que está diseñando la Maestría en Ciencias en Física Educativa, escríbalo en el siguiente espacio

---

---

---

---

---

AGRADECEMOS EL TIEMPO DEDICADO

---

## Anexo 4 Encuesta a candidatos

### Maestría en Ciencias en Física Educativa (Encuesta para evaluar su pertinencia como opción de formación a egresados)

El Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara inició un proceso para el diseño curricular de un Posgrado en Ciencias en Física Educativa. Como parte del documento que contiene la propuesta, el Reglamento General de Planes y Programas de Estudio de esta institución, requiere de un estudio de factibilidad. Por lo que te solicito tu valiosa ayuda contestando la siguiente encuesta. Te llevará 10 minutos.

\*Obligatorio

1. Dirección de correo electrónico \*

---

2. AVISO DE PRIVACIDAD. La Universidad de Guadalajara (en adelante UdeG), con domicilio en Avenida Juárez 976, colonia Centro, código postal 44100, en Guadalajara, Jalisco, hace de su conocimiento que se considerará como información confidencial aquella que se encuentre contemplada en los artículos 3, fracciones IX y X de la LPDPPSOEJM; 21 de la LTAIPEJM; Lineamientos Cuadragésimo Octavo y Cuadragésimo Noveno de los Lineamientos de Clasificación; Lineamientos Décimo Sexto, Décimo Séptimo y Quincuagésimo Octavo de los Lineamientos de Protección, así como aquellos datos de una persona física identificada o identificable y la inherente a las personas jurídicas, los cuales podrán ser sometidos a tratamiento y serán única y exclusivamente utilizados para los fines que fueron proporcionados, de acuerdo con las finalidades y atribuciones establecidas en los artículos 1, 5 y 6 de la Ley Orgánica, así como 2 y 3 del Estatuto General, ambas legislaciones de la UdeG, de igual forma, para la prestación de los servicios que la misma ofrece conforme a las facultades y prerrogativas de la entidad universitaria correspondiente y estarán a resguardo y protección de la misma. Usted puede consultar nuestro Aviso de Privacidad integral en la siguiente página web: <http://www.transparencia.udg.mx/aviso-confidencialidad-integral> \*

Seleccione todos los que correspondan.

☐ Estoy de acuerdo con el contenido en el aviso de privacidad.

**I. DATOS  
PERSONALES**

Completa con la información requerida. Debes saber que tus respuestas serán tratadas con confidencialidad y se analizarán sólo con propósitos de investigación.

3. ¿Cuál es tu edad? \*

4. ¿Cuál es tu máximo grado de estudios? \*

**Marca solo un óvalo.**

☐ Bachillerato

☐ Licenciatura

☐ Maestría

☐ Doctorado

☐ Otro: \_\_\_\_\_

5. ¿Cuál es la disciplina en que estás formado? \*

**Marca solo un óvalo.**

☐ Física

☐ Matemáticas

☐ Educación

☐ Ingeniería

☐ Química

☐ Otro: \_\_\_\_\_

6. ¿Tienes empleo? \*

*Marca solo un óvalo.*

☐ No

☐ Sí

7. En caso de tener empleo, ¿qué actividad(es) realizas? (Puedes elegir más de una opción) (Si no tienes empleo, elige la opción "no aplica") \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

☐ Docencia

☐ Investigación

☐ Administrativa

☐ No aplica

Otro: ☐ \_\_\_\_\_

8. En caso de que tu actividad se relacione con la docencia, el plantel en que laboras pertenece a: \*

*Marca solo un óvalo.*

☐ UdeG

☐ Incorporado a UdeG

☐ Otra

☐ No aplica

**II. PERCEPCIÓN  
DE  
NECESIDADES  
DE FORMACIÓN**

La Maestría en Ciencias en Física Educativa, de la Universidad de Guadalajara, se está diseñando para que sea un programa que forme recursos humanos de alto nivel para desarrollar actividades de investigación para la identificación y/o solución de problemas relacionados con la manera en que se aprende y enseña Física en cualquier nivel educativo.

9. En caso de que decidieras inscribirte en un posgrado como el planteado, ¿qué tan interesante sería para ti desarrollar aprendizajes en los siguientes aspectos? \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

|                                                                                                                                                                                                         | Muy interesante          | Interesante              | Poco interesante         | Nada interesante         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Gestiona los espacios y recursos necesarios para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física                                                                                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Utiliza las (tecnologías de información y comunicación) TIC y (tecnologías de aprendizaje y comunicación) TAC de forma eficiente como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Diseña y rediseña partes o la totalidad del currículum basado en el aprendizaje de la Física                                                                                                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Participa en la elaboración y desarrollo de proyectos de investigación e intervención en Física Educativa                                                                                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Comunica los resultados de investigaciones en Física Educativa ante sus pares y/o ante el público en general en lenguaje oral y escrito (participa en proyectos de difusión y/o divulgación científica) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Propone soluciones a problemas en el contexto de la Física Educativa                                                                                                                                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Incide en temas de política educativa relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de la física                                                                                                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Propone y/o aplica metodologías y estrategias innovadoras para el mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje basados en la Investigación en                                                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

|                                                                                                                                                         |                          |                          |                          |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Física Educativa (PER por sus siglas en inglés)                                                                                                         |                          |                          |                          |                          |
| Propone y/o aplica metodologías y estrategias tendientes a mejorar el proceso de formación de docentes en Física Educativa                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Conoce y comprende el desarrollo conceptual de la Física en términos históricos y epistemológicos                                                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Conoce los aspectos relevantes del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, demostrando disposición para colaborar en la formación de científicos | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### III. INTERÉS EN EL FUTURO POSGRADO EN FÍSICA EDUCATIVA

¿Qué tan interesante sería para ti involucrarte en un posgrado como el descrito anteriormente?

10. Me inscribiría si el posgrado se ofertara en la modalidad... \*

**Marca solo un óvalo.**

- ☐ Escolarizada (coincidiendo en tiempo y espacio con mis profesores/compañeros)
- ☐ A distancia (coincidiendo en tiempo con mis profesores/compañeros pero en espacios distintos)
- ☐ Semiescolarizada (coincidiendo en tiempo y espacio con mis profesores/compañeros sólo durante fechas y horarios especificados con antelación)
- ☐ En línea (sin coincidir en tiempo ni espacio con mis profesores/compañeros)

11. Mi dedicación sería... \*

**Marca solo un óvalo.**

- ☐ De tiempo completo
- ☐ De tiempo parcial

12. ¿Qué tanto te gustaría involucrarte en las siguientes líneas de investigación? \*

*Marca solo un óvalo por fila.*

|                                                                                           | Mucho                 | Poco                  | Nada                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Gestión y Política de la educación en Física                                              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Tecnología educativa para la enseñanza-aprendizaje de la Física                           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Diseño curricular, enseñanza-aprendizaje y evaluación educativa relacionada con la Física | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

### IV. NOCIONES PRELIMINARES SOBRE FÍSICA EDUCATIVA

Cuéntanos tu experiencia y opiniones sobre el área denominada "Física Educativa".

13. ¿Cuál de las siguientes revistas especializadas conoces o has consultado? \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- ☐ Latin-American Journal of Physics Education
- ☐ Eureka
- ☐ American Journal of Physics -sección de física educativa
- ☐ The Physics Teacher
- ☐ Diálogos Educativos
- ☐ Revista Mexicana de Física E
- ☐ Revista Enseñanza de las Ciencias
- ☐ Physical Review - Physics Education Research
- ☐ Revista Mexicana de Investigación Educativa

14. ¿Tienes experiencia en investigación? \*

**Marca solo un óvalo.**

- ☐ Sí
- ☐ No

15. En caso de tener experiencia en actividades de investigación, ¿sobre qué temáticas has trabajado? (Puedes marcar más de una opción) (Si no tienes experiencia, marca la casilla "No aplica") \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- ☐ alguna rama de la ciencia física
- ☐ En torno a problemas de aprendizaje o enseñanza en general
- ☐ En torno a problemas de aprendizaje o enseñanza de alguna rama de la ciencia física
- ☐ Desarrollo tecnológico
- ☐ No aplica

Otro: ☐ \_\_\_\_\_

16. ¿Qué tanto estás de acuerdo con las siguientes aseveraciones? \*

Marca solo un óvalo por fila.

|                                                                                                                                                                                         | Muy de acuerdo        | De acuerdo            | Nada de acuerdo       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Todo aquel que enseña Física debe entender los mecanismos de la adaptación del conocimiento de la Física a las prácticas escolares                                                      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| La incorporación de conocimientos de la Física al sistema didáctico plantea una serie de problemas teóricos y prácticos no triviales                                                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| La organización lógica de los conocimientos generados en la disciplina de la Física es idéntica a la organización lógica de los contenidos a enseñar en las aulas                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Para que la enseñanza de la Física produzca efectivamente aprendizaje debe haber colaboración entre investigadores en las áreas de la Física pura, aplicada e investigadores educativos | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

17. Si tienes algún comentario o sugerencia para la Comisión que está diseñando la Maestría en Ciencias en Física Educativa, escríbelo en el siguiente espacio

---



---



---



---

AGRADECEMOS EL TIEMPO DEDICADO

---

Estimados colegas.

El Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara inició un proceso para el diseño curricular de un Posgrado en Ciencias en Física Educativa. Como parte del documento que contiene la propuesta, el Reglamento General de Planes y Programas de Estudio de esta institución, requiere de la opinión de expertos. Por lo que me di a la tarea de solicitarles su valiosa ayuda al respecto.

A continuación, se presentan aspectos generales de un posgrado orientado a la Educación en Física. Con base en ello, les agradecería escribieran en un documento su opinión acerca de la *pertinencia, interés y necesidad* de un programa de esta naturaleza en México.

### 1. Propósito del programa

“Formar recursos humanos de alto nivel para desarrollar actividades de investigación para la identificación y/o solución de problemas relacionados con la forma en que se aprende y enseña Física en cualquier nivel educativo.

### 2. Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento propuestas para el programa.

*I. Gestión y Política de la educación en Física*

*II. Tecnología educativa para la enseñanza-aprendizaje de la Física*

*III. Diseño curricular, enseñanza-aprendizaje y evaluación educativa relacionada con la Física*

### 3. ¿Qué tan importante consideras, en un posgrado orientado a la educación en física, el desarrollo de las siguientes habilidades?

|                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Conocer y comprender el desarrollo conceptual de la Física en términos históricos y epistemológicos. (Proyecto Tuning América Latina).                   |
| 2. Conocer los aspectos relevantes del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, demostrando disposición para colaborar en la formación de científicos |
| 3. Gestiona los espacios y recursos necesarios para el desarrollo del proceso de enseñanzaaprendizaje de la Física                                          |
| 4. Utiliza las TIC y TAC de forma eficiente como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física                                                  |
| 5. Diseña y rediseña partes o la totalidad del currículum basado en el aprendizaje de la Física                                                             |
| 6. Participa en la elaboración y desarrollo de proyectos de investigación e intervención en                                                                 |

|                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Física Educativa                                                                                                                                                                                           |
| 7. Comunica los resultados de investigaciones en Física Educativa ante sus pares y/o ante el público en general en lenguaje oral y escrito (participa en proyectos de difusión y/o divulgación científica) |
| 8. Propone soluciones a problemas en el contexto de la Física Educativa                                                                                                                                    |

1

|                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9. Incide en temas de política educativa relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de la física                                                                                                   |
| 10. Propone y/o aplica metodologías y estrategias innovadoras para el mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje basados en la Investigación en Física Educativa (PER por sus siglas en inglés) |
| 11. Propone y/o aplica metodologías y estrategias tendientes a mejorar el proceso de formación de docentes en Física Educativa                                                                         |

4. Comentarios y sugerencias generales.

En el escrito, de considerarlo adecuado, solicitamos se incluya su nombre, grado académico, nivel SNI en caso de contar con ello, institución y cargo.

Agradezco su apoyo e invaluable colaboración.

Atentamente

Guadalajara, Jalisco a 28 de septiembre de 2020

Dr. José Luis Santana Fajardo

Universidad de Guadalajara

## 6. Recomendaciones para la elaboración de propuestas de investigación en Física Educativa

*Dr. Ricardo García Salcedo*  
*CICATA Unidad Legaria, IPN*

Este capítulo surge a partir de la charla impartida en la séptima y última sesión del seminario “Charlas de Física Educativa” en noviembre de 2022, dirigida a estudiantes del Posgrado en Ciencias en Física Educativa del CICATA-Legaria del Instituto Politécnico Nacional. A partir de una reflexión sustentada en más de quince años de experiencia como director de tesis de maestría y doctorado, se abordan los principales retos que enfrentan los estudiantes en formación al elaborar propuestas de investigación. Se ofrecen orientaciones prácticas sobre la formulación de problemas, el diseño metodológico, la elección y validación de instrumentos, así como el uso de tecnologías y modelos didácticos. También se subraya la importancia de la revisión sistemática de literatura y de una adecuada contextualización teórica. El contenido está dirigido especialmente a aspirantes y estudiantes de posgrado que desean iniciarse o consolidarse como investigadores en el campo de la enseñanza de la física, brindando herramientas conceptuales y metodológicas para fortalecer la calidad y la pertinencia de sus trabajos académicos.

### **Introducción**

La formación de investigadores en Física Educativa demanda no solo una sólida base teórica y metodológica, sino también el desarrollo de una mirada crítica y sistemática que permita construir investigaciones pertinentes y relevantes. Este proceso implica comprender las complejidades inherentes a la enseñanza y el aprendizaje de la física, así como las dinámicas institucionales y sociales que influyen en estos procesos.

En las últimas décadas, la investigación en enseñanza de la física ha experimentado un notable crecimiento, consolidándose como un campo interdisciplinario que integra aportes de la física, la pedagogía, la psicología cognitiva, las ciencias sociales, así como de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial aplicada a la educación. Este desarrollo ha permitido identificar dificultades conceptuales comunes entre los estudiantes, diseñar estrategias didácticas innovadoras y desarrollar instrumentos de evaluación más precisos. Sin embargo, la formación de nuevos investigadores en este ámbito enfrenta desafíos significativos.

Uno de los principales retos es la necesidad de articular adecuadamente los conocimientos disciplinares con las teorías del aprendizaje y las metodologías de

investigación educativa. Estudios recientes destacan la importancia de una formación que promueva la reflexión crítica sobre la práctica docente y la capacidad de diseñar investigaciones contextualizadas y con impacto en el aula [1].

Además, se ha señalado la urgencia de fortalecer las competencias en el uso de tecnologías digitales y en la interpretación de datos cuantitativos y cualitativos, aspectos esenciales para abordar las complejidades del aprendizaje de la física en contextos diversos [2].

A lo largo de mi experiencia como docente y director de tesis en el Posgrado en Ciencias en Física Educativa del CICATA-Legaria del Instituto Politécnico Nacional, he observado patrones recurrentes en los errores y desafíos que enfrentan los estudiantes en formación. Estos incluyen dificultades para delimitar problemas de investigación, seleccionar marcos teóricos adecuados, diseñar instrumentos válidos y analizar los datos de manera rigurosa.

Este capítulo tiene como objetivo sistematizar dichas observaciones y ofrecer una guía que complemente la orientación de los directores de tesis. Se busca proporcionar a los estudiantes de maestría y doctorado herramientas prácticas y reflexiones críticas que les permitan desarrollar propuestas de investigación sólidas, contextualizadas y con potencial de contribuir significativamente al campo de la Física Educativa.

## **Aspectos iniciales de una propuesta de investigación**

El planteamiento de una propuesta de investigación en Física Educativa representa una de las etapas más críticas en la formación de estudiantes de la Maestría y Doctorado en Ciencias en Física Educativa. Un diseño sólido, coherente y contextualizado facilitará no solo la aprobación del anteproyecto, por parte de la comisión de admisión a los posgrados y/o los Comités Tutoriales ya cuando sean alumnos, así como el desarrollo eficiente del trabajo de tesis o disertación doctoral. Para ello, es necesario considerar de forma estructurada varios aspectos fundamentales:

### *Nivel educativo de intervención*

La primera decisión es delimitar con claridad el nivel educativo en el que se desarrollará la investigación: educación primaria, secundaria, bachillerato o nivel superior. Este aspecto no puede dejarse abierto, ya que cada nivel posee características particulares diferentes en cuanto a currículo, habilidades esperadas, y contexto sociocultural del alumnado. Además, impacta directamente en la selección de contenidos temáticos, el diseño de actividades, la planificación temporal y la selección de instrumentos de evaluación. En caso de que el estudiante de posgrado y/o investigador se desempeñe en múltiples niveles, debe elegir uno y

justificar su pertinencia con base en su experiencia o en necesidades detectadas en el entorno educativo.

### *Concepto físico a trabajar*

Otro punto muy importante en la propuesta es la identificación precisa del concepto físico que se pretende abordar. Este debe ser relevante curricularmente y representar una dificultad reconocida para los alumnos. La elección puede surgir de la práctica docente, de la evidencia empírica (por ejemplo, observaciones en clase o resultados en evaluaciones), o bien mediante la aplicación de pruebas diagnósticas. Conceptos como el momento de una fuerza, las leyes de Newton o las leyes de Kepler suelen ser recurrentes en estudios debido a su complejidad conceptual y su carácter fundamental en la formación científica. La claridad en este punto guiará todo el diseño metodológico.

### *Uso de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC)*

En la actualidad, una proporción considerable de propuestas incorpora el uso de TIC como herramienta de mediación pedagógica. Estas pueden incluir simulaciones interactivas, realidad aumentada, laboratorios virtuales, plataformas de video o aplicaciones móviles. Es indispensable precisar cuál herramienta se utilizará, con qué propósito y en qué fase de la intervención didáctica. El uso de TIC no debe ser decorativo, sino didácticamente significativo. Por ejemplo, las simulaciones del proyecto PhET pueden ser valiosas para visualizar conceptos abstractos, siempre que su integración responda a objetivos claros y se acompañe de actividades guiadas.

### *Modalidad de intervención: presencial, en línea o híbrida*

La modalidad de implementación (presencial, virtual o híbrida) afecta la planeación y elección de actividades, el tipo de recursos, la interacción con los alumnos y los instrumentos de evaluación. Una modalidad híbrida, aunque compleja, permite combinar lo mejor de ambos entornos. Sin embargo, requiere de una cuidadosa planificación y justificación. La propuesta debe detallar cómo se llevará a cabo la intervención, especificando tiempos, espacios, herramientas, y mecanismos de seguimiento.

### *Metodología didáctica a emplear*

En la investigación en Física Educativa, el enfoque de aprendizaje activo es ampliamente utilizado. Dentro de él, existen diversas metodologías como el aula

invertida [26], el aprendizaje basado en proyectos (ABP) [27], el aprendizaje por indagación [28], entre otras. La elección debe estar basada en literatura previa y en el concepto físico que se pretende enseñar. No todas las metodologías funcionan igual para todo tipo de concepto físico. Por ejemplo, el uso de datos reales obtenidos por telescopios para enseñar las leyes de Kepler puede favorecer un enfoque por indagación o, incluso, el ABP, en el cual los alumnos analicen series temporales de observaciones astronómicas para inferir regularidades orbitales. Esta correspondencia entre metodología, contenido y propósito debe explicitarse en la propuesta.

### *Variables e instrumentos de evaluación*

Una investigación educativa rigurosa requiere determinar con claridad qué se va a evaluar. Las variables pueden incluir comprensión conceptual, actitudes hacia la ciencia, competencias científicas, motivación, percepción de utilidad, entre otras. Para cada una existen instrumentos validados en la literatura especializada, pero si no se dispone de ellos, será necesario diseñarlos y someterlos a un proceso de validación.

La elección de instrumentos debe alinearse con los objetivos del estudio y considerar si se emplearán cuestionarios, rúbricas, entrevistas, diarios de clase u otras técnicas. Además, en estudios experimentales se recomienda el uso de diseños pretest-postest con análisis estadísticos que permitan valorar la eficacia de la intervención. La claridad y coherencia en la definición de las variables y su medición es un requisito indispensable para la solidez metodológica del proyecto. Estos aspectos iniciales no solo estructuran una buena propuesta, sino que representan la base para desarrollar un trabajo de investigación educativo con potencial de contribuir de forma original y significativa al campo de la enseñanza de la física.

### **La revisión sistemática de la literatura**

Un error frecuente entre los estudiantes del posgrado en Ciencias en Física Educativa es no realizar una revisión sistemática de la literatura que contextualice el tema de su propuesta dentro de la producción académica reciente [4, 5]. La revisión sistemática permite:

- Identificar trabajos de investigación previos similares.
- Evitar duplicidad de investigaciones científicas y/o educativas.
- Delimitar el aporte original del trabajo a realizar.
- Elegir enfoques metodológicos adecuados.

Para llevar a cabo una revisión sistemática efectiva, se recomienda seguir un protocolo estructurado, como el modelo PRISMA (Preferred Reporting Items for

Systematic Reviews and Meta-Analyses), que permite documentar con claridad los criterios de inclusión y exclusión, las bases de datos utilizadas, y el proceso de análisis de la información [6].

A continuación, se sugieren los pasos básicos para desarrollar una revisión sistemática [7, 8]:

1. Definición de las preguntas de revisión: ¿Qué se ha investigado sobre el concepto físico en cuestión?, ¿qué metodologías se han utilizado?, ¿qué niveles educativos se han trabajado?, ¿qué resultados se han obtenido?
2. Selección de bases de datos: Google Scholar es una herramienta inicial accesible, pero también se recomienda consultar Scopus, ERIC o Web of Science para obtener resultados más especializados.
3. Uso de operadores booleanos: Combinar términos con "AND", "OR", "NOT" ayuda a refinar la búsqueda. Por ejemplo:  
"Kepler's laws" AND "active learning" AND "secondary education"
4. Criterios de inclusión y exclusión: Limitar por año, tipo de documento (artículos arbitrados, tesis, capítulos de libro), idioma, pertinencia temática.
5. Lectura crítica de resúmenes y selección final: Evaluar pertinencia, calidad metodológica y relevancia para el problema de investigación.
6. Síntesis de hallazgos: Identificar tendencias, vacíos, acuerdos y contradicciones. Esta síntesis será útil para el marco teórico y la discusión de resultados.

Algunos ejemplos de estudios recientes que pueden servir como referencia metodológica del uso de PRISMA en Física Educativa son:

- Augmented reality in teaching about physics: first findings from a systematic review [9].
- A systematic literature review of project-based learning in secondary school physics: theoretical foundations, design principles, and implementation strategies [10].
- Eye tracking in physics education research: A systematic literature review. [11].
- Assessing Scientific Inquiry: A Systematic Literature Review of Tasks, Tools and Techniques [12].

Este proceso no solo fortalece el fundamento del problema de investigación, sino que permite al estudiante o investigador situarse en un campo de estudio dinámico, identificando nichos en los que pueda contribuir de manera novedosa y significativa.

## **Instrumentos cuantitativos y su validación**

Los cuestionarios de opción múltiple son bastante utilizados en Física Educativa por su capacidad para evaluar la comprensión conceptual en los alumnos de manera

estructurada y cuantificable [19, 15, 16, 17]. Su diseño debe seguir principios psicométricos rigurosos [18], entre los que se encuentran: • Revisión por expertos, en donde se evalúa la pertinencia, claridad y coherencia de los ítems propuestos [20].

- Aplicación en grupo piloto, en donde se hace uso del análisis de alfa de Cronbach para medir su consistencia interna [21].
- Verificación de la congruencia entre el programa curricular vigente y el cuestionario, asegurando alineación con los objetivos de aprendizaje establecidos oficialmente [15, 17].

Además de los cuestionarios, existen otros instrumentos cuantitativos, como rúbricas analíticas para medir habilidades y competencias específicas. Estas permiten evaluar el desempeño en tareas prácticas, informes, actividades experimentales o presentaciones orales.

Para encontrar instrumentos validados, se recomienda consultar las siguientes plataformas:

- PhysPort Assessment (physport.org): es una plataforma en la que se ofrece una colección extensa de test conceptuales validados, como el FCI (Force Concept Inventory) [22, 23], CSEM (Conceptual Survey of Electricity and Magnetism) [24] o el BEMA (Brief Electricity and Magnetism Assessment) [25]. También incluye orientaciones sobre cómo aplicarlos e interpretarlos [29].
- PER User's Guide (PER User's: Teaching Methods and Materials): repositorio con recursos desarrollados por la comunidad de investigación en enseñanza de la física, útil para el desarrollo y aplicación de instrumentos educativos [30].
- Educación en Ciencias y Rúbricas: muchos portales institucionales como el del American Association of Physics Teachers (AAPT) o el Next Generation Science Standards (NGSS) incluyen rúbricas genéricas y específicas adaptadas a competencias clave [32, 31].

En cuanto al análisis estadístico de resultados derivados de instrumentos cuantitativos, pueden emplearse diversas herramientas diversas que presentamos muy brevemente a continuación.

Para la validación de cuestionarios conceptuales de opción múltiple [14]:

- Revisión por expertos y validación de contenido, en las fases iniciales del diseño o adaptación del instrumento.
- Análisis de dificultad de ítems, que mide la proporción de alumnos que responden correctamente a cada ítem. Idealmente, un cuestionario debe contener ítems con distintos niveles de dificultad, evitando tanto los extremadamente fáciles como los excesivamente difíciles.
- Índice de discriminación, que evalúa la capacidad de cada ítem para distinguir entre alumnos con alto y bajo desempeño general. Un buen ítem discrimina

positivamente, es decir, lo responden bien quienes tienen mejores resultados globales.

- Análisis de confiabilidad, como el coeficiente alfa de Cronbach, útil para evaluar la consistencia interna del cuestionario.
- Modelos de Rasch [24], que parten de la Teoría de Respuesta al Ítem (TRI) y permiten estimar tanto la dificultad de los ítems como la habilidad de los alumnos, y son adecuados para garantizar equidad en la medición.
- Análisis factorial exploratorio o confirmatorio, útil para validar la estructura interna del instrumento, en función de los constructos teóricos que mide.

En el caso de los cuestionarios pre y post implementación:

- Ganancia conceptual normalizada [3], calculada como  $g = (\text{post} - \text{pre}) / (100 - \text{pre})$ , que permite evaluar el cambio relativo de conocimiento ya sea por pregunta o por alumno.
- Pruebas t de Student (para muestras pareadas), aplicables cuando se comparan resultados del mismo grupo antes y después de una intervención.
- Análisis de varianza (ANOVA), cuando se comparan más de dos grupos o se quiere evaluar el efecto combinado de múltiples variables.
- Factor de concentración de Bao y Redish [37], herramienta visual y cuantitativa para analizar transiciones conceptuales.

La elección de la técnica debe ser coherente con el tipo de variable (categórica o continua), el diseño del estudio (transversal, cuasi-experimental, correlacional) y los objetivos específicos de la investigación. Además, todo análisis debe basarse en instrumentos previamente validados o, en su defecto, seguir un protocolo de validación.

Un ejemplo de este tipo de procedimiento puede encontrarse en el trabajo de Medina (2020) [14], quien adaptó y validó un cuestionario sobre ondas sonoras mediante revisión por expertos, análisis piloto con estudiantes y aplicación definitiva.

## **Sobre la Redacción, la Planeación y el Alcance**

El cronograma de actividades es un elemento esencial en toda propuesta de investigación. Permite estructurar el trabajo por fases, asignar tiempos realistas y anticipar posibles contingencias. Un cronograma bien elaborado debe contemplar actividades clave como:

- Revisión sistemática de la literatura.
- Definición del problema de investigación y objetivos.
- Diseño y validación de instrumentos.
- Aplicación del estudio (intervención educativa).
- Recolección y análisis de datos.
- Redacción de resultados y conclusiones.

Estas etapas deben incluirse con fechas tentativas y productos esperados, preferentemente organizadas en una tabla o diagrama de Gantt. El cronograma también debe considerar tiempos para revisiones con el director de tesis, comité tutorial, validación de instrumentos, y preparación para la defensa de grado o publicación.

Una característica común entre estudiantes en formación es la tendencia a plantear problemas demasiado amplios o mal delimitados. Es crucial que la pregunta de investigación y los objetivos específicos permitan abordar un problema concreto, factible y abordable dentro del tiempo y recursos disponibles. La delimitación incluye:

- Precisión en el nivel educativo y población objetivo.
- Claridad sobre el concepto físico que se abordará.
- Alcance temporal y geográfico del estudio.

Durante el desarrollo del trabajo, es posible que los hallazgos conduzcan a preguntas nuevas o a resultados que excedan el planteamiento inicial. En estos casos, se recomienda reformular los objetivos o, cuando no sea posible, dejar constancia de estos hallazgos como recomendaciones para investigaciones futuras. La capacidad de ajustar el enfoque sin perder coherencia es señal de madurez investigativa.

Delimitar adecuadamente y saber reformular no implica debilitar la propuesta, sino fortalecerla, ya que evita generalizaciones indebidas, mejora la calidad de los resultados y optimiza el tiempo de ejecución del proyecto.

## **Conclusiones**

En este trabajo se ha abordado, desde una perspectiva reflexiva y basada en la experiencia, algunos elementos esenciales que deben considerarse en la elaboración de una propuesta de investigación en Física Educativa. Se han discutido algunos aspectos clave como la selección del nivel educativo de la propuesta y del concepto físico a trabajar, la incorporación de TAC, la modalidad de intervención en el aula, la elección metodológica, la revisión sistemática de la literatura, la validación de instrumentos y el análisis estadístico de los datos. Además, se ha destacado la importancia de una planeación realista y de una adecuada delimitación del alcance del estudio.

Desde mi experiencia como director de tesis y revisor de propuestas de tesis de aspirantes y estudiantes en los primeros semestres del posgrado, puedo concluir lo siguiente:

- La mayoría de los errores comunes en las propuestas iniciales se deben a una falta de claridad en el planteamiento del problema y a una elección poco fundamentada del concepto físico a abordar en la intervención.

- Las propuestas más sólidas son aquellas que logran articular coherentemente el contenido disciplinar con una metodología didáctica adecuada y objetivos medibles.
- La ausencia de una revisión sistemática de la literatura rigurosa limita la originalidad y relevancia de la propuesta, dificultando además el planteamiento de objetivos alcanzables, así como su adecuada inserción en el contexto de la investigación educativa.
- Muchos aspirantes o estudiantes subestiman la importancia de la validación de instrumentos, sin considerar que de ello depende la calidad de los datos que sustentarán sus resultados.
- Un cronograma bien estructurado y una delimitación clara del alcance del trabajo son señales de madurez investigativa y aumentan considerablemente la viabilidad del proyecto.

Este capítulo se propone como una guía práctica, crítica y accesible para aspirantes y/o estudiantes a programas de posgrado en Ciencias en Física Educativa que buscan iniciarse en la investigación educativa en física. Su propósito es acompañar, desde la experiencia y el análisis reflexivo, los primeros pasos de quienes desean construir investigaciones rigurosas, pertinentes y con verdadero impacto formativo.

## Referencias

- [1] Candela, A. (2005). Aportes de la investigación educativa y retos actuales de la enseñanza de la física. *Sinéctica*, (27), 1-15.
- [2] Flores Cruz, J. A., & Sánchez Sánchez, R. (Eds.). (2024). *Nuevas perspectivas de la investigación en física educativa*. Ediciones Comunicación Científica.
- [3] Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74.
- [4] Okoli, C. (2015). A guide to conducting a standalone systematic literature review. *Communications of the Association for Information Systems*, 37.
- [5] Hart, C. (1998). Doing a literature review: releasing the social science research imagination.
- [6] Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Prisma Group. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *International Journal of Surgery*, 8(5), 336-341.
- [7] Morales, W. G. B. (2022). Análisis de Prisma como Metodología para Revisión Sistemática: una Aproximación General. *Saúde em Redes*, 8(sup1), 339-360.
- [8] Serrano, S. S., Navarro, I. P., & González, M. D. (2022). ¿Cómo hacer una revisión sistemática siguiendo el protocolo PRISMA?: Usos y estrategias

fundamentales para su aplicación en el ámbito educativo a través de un caso práctico. *Bordón: Revista de pedagogía*, 74(3), 51-66.

[9] Vidak, A., Sapić, I. M., & Mešić, V. (2022, December). Augmented reality in teaching about physics: first findings from a systematic review. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2415, No. 1, p. 012008). IOP Publishing.

[10] Al-Kamzari, F., & Alias, N. (2025). A systematic literature review of project-based learning in secondary school physics: theoretical foundations, design principles, and implementation strategies. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1), 1-18.

[11] Hahn, L., & Klein, P. (2022). Eye tracking in physics education research: A systematic literature review. *Physical Review Physics Education Research*, 18(1), 013102.

[12] Vo, D. V., & Simmie, G. M. (2025). Assessing scientific inquiry: A systematic literature review of tasks, tools and techniques. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23(4), 871-906.

[13] Medina Paredes, J., Ramírez Díaz, M. H., & Miranda, I. (2019). Validez y confiabilidad de un test en línea sobre los fenómenos de reflexión y refracción del sonido. *Apertura* (Guadalajara, Jal.), 11(2), 104-121.

[14] Medina, J. (2020). Desarrollo y validación de un instrumento para evaluar la comprensión de la reflexión y refracción del sonido en estudiantes de nivel medio superior. Tesis de doctorado, CICATA-IPN.

[15] Scott, M., Stelzer, T., & Gladding, G. (2006). Evaluating multiple-choice exams in large introductory physics courses. *Physical Review Special Topics—Physics Education Research*, 2(2), 020102.

[16] Moreno, R., Martínez, R. J., & Muñoz, J. (2006). New guidelines for developing multiple-choice items. *Methodology*, 2(2), 65-72.

[17] Rizal, R., Rusdiana, D., Setiawan, W., & Siahaan, P. (2020). Digital literacy test: Development of multiple choice test for preservice physics teachers. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(3), 7085-7095.

[18] Morales, M. P. E. (2012). Development and Validation of a concept test in introductory physics for biology students. *The Manila Journal of Science*, 7(2), 26-44.

[19] Yu, F. Y., & Liu, Y. H. (2005). Potential values of incorporating a multiple-choice question construction in physics experimentation instruction. *International Journal of Science Education*, 27(11), 1319-1335.

[20] Kania, N., Kusumah, Y. S., Dahlan, J. A., Nurlaelah, E., Gu'rbu'z, F., & Bonyah, E. (2024). Constructing and providing content validity evidence through the Aiken's Vindex based on the experts' judgments of the instrument to measure mathematical problem solving skills. *REID (Research and Evaluation in Education)*, 10(1), 5.

- [21] Chen, Q., Zhu, G., Liu, Q., Han, J., Fu, Z., & Bao, L. (2020). Development of a multiple-choice problem-solving categorization test for assessment of student knowledge structure. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2), 020120.
- [22] Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The physics teacher*, 30(3), 141-158.
- [23] Savinainen, A., & Scott, P. (2002). The Force Concept Inventory: a tool for monitoring student learning. *Physics education*, 37(1), 45.
- [24] Planinic, M. (2006). Assessment of difficulties of some conceptual areas from electricity and magnetism using the Conceptual Survey of Electricity and Magnetism. *American Journal of Physics*, 74(12), 1143-1148.
- [25] Ding, L., Chabay, R., Sherwood, B., & Beichner, R. (2006). Evaluating an electricity and magnetism assessment tool: Brief electricity and magnetism assessment. *Physical Review Special Topics—Physics Education Research*, 2(1), 010105.
- [26] Ozdamli, F., & Asiksoy, G. (2016). Flipped classroom approach. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 8(2), 98-105.
- [27] Nurhidayah, I. J., Wibowo, F. C., & Astra, I. M. (2021, October). Project Based Learning (PjBL) learning model in science learning: Literature review. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2019, No. 1, p. 012043). IOP Publishing.
- [28] Maknun, J. (2020). Implementation of Guided Inquiry Learning Model to Improve Understanding Physics Concepts and Critical Thinking Skill of Vocational High School Students. *International Education Studies*, 13(6), 117-130.
- [29] Madsen, A., McKagan, S. B., & Sayre, E. C. (2017). Resource letter RBAI-1: Research-based assessment instruments in physics and astronomy. *American Journal of Physics*, 85(4), 245-264.
- [30] McKagan, S. B., Strubbe, L. E., Barbato, L. J., Mason, B. A., Madsen, A. M., & Sayre, E. C. (2020). PhysPort use and growth: Supporting physics teaching with research-based resources since 2011. *The Physics Teacher*, 58(7), 465-469.
- [31] NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. The National Academies Press.
- [32] Etkina, Eugenia and Van Heuvelen, Alan and White-Brahmia, Suzanne and Brookes, David T and Gentile, Michael and Murthy, Sahana and Rosengrant, David and Warren, Aaron (2006). Scientific abilities and their assessment. *Physical Review Special Topics—Physics Education Research*, 2(2), 020103.
- [33] Planinic, M., Boone, W. J., Susac, A., & Ivanjek, L. (2019). Rasch analysis in physics education research: Why measurement matters. *Physical Review Physics Education Research*, 15(2), 020111.
- [34] Redish, E. F., & Saul, J. M. (1998). Student expectations in introductory physics. *American Journal of Physics*, 66(3), 212–224.

- [35] López, J., Fazio, X., & Clemente, F. (2019). Dificultades en la enseñanza de la relatividad especial en el nivel medio superior. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31(2), 45–59.
- [36] Rodríguez, M. A., Martínez-Torregrosa, J., & Gras-Martí, A. (2010). Dificultades del profesorado en formación inicial sobre la enseñanza del concepto de energía. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 303–316.
- [37] Bao, L., & Redish, E. F. (2004). Model analysis: Representing and assessing the dynamics of student learning. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 1(1), 010103.