

# Competencias específicas consideradas más realizadas y más importantes en los programas de física en México

MARIO H. RAMÍREZ DÍAZ\* | ARTURO F. MÉNDEZ-SÁNCHEZ\*\*  
LEONOR PÉREZ-TREJO\*\*\* | MIGUEL OLVERA-ALDANA\*\*\*\*

Existen diversas propuestas para el diseño y desarrollo de competencias genéricas, laborales y específicas en diferentes niveles y modelos educativos. Una particularmente interesante es la formulada por el Proyecto Tuning América Latina, la cual incluye a los programas de física en su propuesta de competencias específicas. El objetivo de este trabajo es retomar la metodología Tuning para encontrar las competencias consideradas más realizadas y las más importantes en programas de física en México; para ello se aumentó considerablemente la muestra original del estudio, de 16 a 112 sujetos. Se hace un análisis de la relación entre importancia y realización en cuadrantes que engloban las competencias consideradas más y menos importantes, y más y menos realizadas, tomando en cuenta dos agentes: académicos y estudiantes. Finalmente, se hacen recomendaciones en función del análisis de las competencias y el cuadrante donde fueron categorizadas.

*Different proposals exist for the design and development of generic, labor and specific competencies at different levels of education and according to different educational models. The Tuning Latin America Project formulated a particularly interesting proposal, which includes physics programs in its proposed specific competencies. The objective of this study is to use the Tuning methodology to identify competencies considered to be the most used and most important to physics programs in Mexico. To this end, the original study sample was enlarged significantly from 16 to 112 subjects. The authors analyze the relation between importance and use in quadrants that reflect competencies considered to be more and less important, and more and less used, among two agents: academics and students. Finally, recommendations are made in regards to the analysis of competencies and the quadrant used for their categorization.*

## Palabras clave

Modelo por competencias  
Enseñanza de la física  
Educación superior  
Física  
Proyecto Tuning  
Competencias  
Competencias profesionales

## Keywords

Competency model  
Teaching Physics  
Higher education  
Physics  
Tuning Project  
Competencies  
Professional competencies

Recepción: 16 de junio de 2015 | Aceptación: 3 de septiembre de 2015

- \* Profesor titular en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) (México). Doctorado en Física Educativa por el IPN-CICATA. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Líneas de investigación: física educativa, modelo por competencias. Publicación reciente: (2014), "Ideas previas de estudiantes mexicanos de preescolar acerca de la electricidad", *Latin American Journal of Science Education*, vol. 1, núm. 22012, pp. 1-15. CE: mramirez@ipn.mx
- \*\* Profesor titular en el Departamento de Física de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional (IPN) (México). Doctorado en Metalurgia y Materiales por el IPN-ESFM. Líneas de investigación: física educativa, modelo por competencias, física experimental. CE: arturo@esfm.ipn.mx
- \*\*\* Profesora titular en el Departamento de Física de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional (IPN) (México). Doctorado en Metalurgia y Materiales por el IPN-ESFM. Líneas de investigación: física educativa, modelo por competencias, física experimental. CE: leopt@esfm.ipn.mx
- \*\*\*\* Profesor titular en el Departamento de Formación Básica de la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional (IPN) (México). Maestro en Ciencias en Física por el IPN-ESFM. Líneas de investigación: física educativa, equidad de género. CE: molveraa@ipn.mx

## INTRODUCCIÓN

La palabra competencia tiene varias acepciones etimológicas; en educación se utiliza la derivada del latín *competeré*, que quiere decir: te compete, eres responsable de algo. En este sentido, se hace énfasis en que no basta con aprender conocimientos, sino que hay que saber usarlos y aplicarlos con responsabilidad. Una competencia, por lo tanto, es una meta terminal. Las competencias poseen un diseño teórico-cognitivo-conductual conforme al cual, el conocimiento adquirido con habilidades de pensamiento específicas se pone en juego en la resolución de problemas. Para Perrenoud (2006: 23), “la competencia es una capacidad de movilizar diversos recursos cognitivos para enfrentar un tipo de situaciones”.

El aprendizaje basado en competencias (ABC) significa establecer las competencias que se consideran necesarias en el mundo actual y que, como es lógico, no pueden ser determinadas por las universidades sin la consulta y participación de las entidades laborales y profesionales. Fruto de esta colaboración ha nacido una propuesta de competencias transversales o genéricas que intenta delimitar las competencias esenciales en las distintas profesiones para las que capacita y prepara la universidad, sin que eso signifique que la universidad ceje en su responsabilidad de formar en todos los aspectos que considere oportunos, pertinentes y necesarios para la óptima formación y capacitación de sus estudiantes (Arriola, 2007; Argudín, 2005).

El ABC consiste en desarrollar las competencias genéricas o transversales (instrumentales, interpersonales y sistémicas) necesarias, y las competencias específicas (propias de cada profesión), con el propósito de capacitar a la persona sobre los conocimientos científicos y técnicos, y sobre cómo aplicarlos en contextos diversos y complejos, integrándolos con sus propias actitudes y valores en su modo propio de actuar, personal y profesionalmente (Ramírez, 2008).

De acuerdo con A. Gonczi (1997), el empleo del enfoque basado en normas de competencia (EBNC) para la educación y capacitación representa un marco de referencia específico para ubicar las diferentes políticas regionales e internacionales orientadas al desarrollo de habilidades, la formación profesional, las relaciones industriales y la igualdad social. De hecho, este enfoque ha sido aplicado tanto a profesiones como a ocupaciones diversas; sin embargo, las diferentes formas de concebir la naturaleza de las competencias en contextos específicos ha diversificado la instrumentación y puesta en marcha de modelos de EBNC en los países preocupados no sólo por la preparación de sus cuadros técnicos en los niveles medio y superior, en un mediano plazo, sino por la adaptación de sistemas oficiales y subsistemas existentes de formación profesional al surgimiento de las nuevas competencias, las cuales resultan de nuevos tipos de organización laboral y nuevas estrategias de contratación de las empresas. La formación basada en competencias ha abarcado múltiples aspectos (económicos, educativos, pedagógicos, psicosociales, laborales, administrativos, etc.), por lo que la cualificación o la preparación esperada ha resultado también relativa y variable (Cañas *et al.*, 2007).

La enseñanza de las ciencias no escapa a las diferentes propuestas de modelos por competencias; existen análisis diversos que van desde reportar diferentes dificultades en su implementación en algunos programas (Medina, 2009), hasta casos de aplicación exitosa, de manera particular en ingenierías (Monzón y Di Paolo, 2008).

El tratado de Bolonia es un acuerdo que varios países europeos firmaron en 1999 para la convergencia de los sistemas de enseñanza universitaria en ese continente; su meta es impulsar la competitividad económica de la región a nivel mundial. Paralelamente a la implementación del tratado, e insertadas en este contexto, algunas universidades del bloque europeo fijaron puntos de referencia para

sus currículos basados en competencias con la finalidad de tener una base común. Esas universidades debieron trabajar en conjunto sobre los aspectos que les gustaría unificar, particularmente en lo que se refiere a los aspectos pedagógicos de sus cursos universitarios. Así nació el Proyecto Tuning en Europa (Eiró y Catani, 2011).

Por su parte, el proyecto Tuning-América Latina (Beneitone, 2007) buscó iniciar un debate cuya meta era identificar e intercambiar información y mejorar la colaboración entre instituciones de educación superior para el desarrollo de la calidad, efectividad y transparencia. El inicio de dicho proyecto estuvo dado por la búsqueda de puntos comunes de referencia en las instituciones de América Latina, centrados en las competencias. Tuning-América Latina tuvo cuatro grandes líneas de trabajo:

- competencias (genéricas y específicas de las áreas temáticas);
- enfoques de enseñanza, aprendizaje y evaluación de estas competencias;
- créditos académicos;
- calidad de los programas.

El proyecto Tuning América Latina, en su apartado 4.6, aborda el área temática de física. El informe analiza los perfiles profesionales y planes de estudio de programas de formación de pregrado en física en 12 países participantes, entre los cuales se incluye a México. El proyecto determinó las competencias específicas de la disciplina e inició una línea de trabajo que considera aspectos de enseñanza, aprendizaje y evaluación.

El informe arroja resultados sobre las alternativas que tiene un graduado en física como opciones profesionales, los títulos que otorgan las instituciones, los programas de formación en física en cada país y,

principalmente, la elaboración de competencias específicas para la disciplina. En este último punto, el informe reporta 22 competencias específicas en el área temática de la física. Estas competencias se obtuvieron a partir de los resultados de aplicar encuestas a académicos, empleadores, estudiantes y graduados. Además, se reporta qué competencias fueron valoradas como más importantes, su grado de desarrollo, identificación y características clave. El informe sistematiza las competencias a partir de tres categorías: laborales-sociales, cognitivas y metodológicas.

A partir del Informe Tuning se han hecho también algunos trabajos que abordan la calidad educativa y el intercambio académico, y estudios específicos sobre algunos de los apartados del informe. En particular, sobre el área de física tiene especial importancia el texto *Reference Points for the Design and Delivery of Degree Programmes in Physics* (Universidad de Deusto, 2008), en el cual ya se utiliza la metodología Tuning para la construcción de programas en esa materia. No obstante la importancia que tuvo el Informe Tuning, se tienen pocos reportes de su impacto. Se han hecho algunos estudios principalmente en México (Hernández y Rodríguez, 2008) y Chile (Aguilera y Cuevas, 2011), así como en el área de matemáticas; prueba de ello es el llamado Libro Blanco que formula el desarrollo de un graduado en matemáticas en España (Campillo, 2004).

El “Informe final” del proyecto Tuning no es sólo un documento que hace recomendaciones aisladas, sino que ya ha servido de guía para la elaboración de planes y programas de estudio; un ejemplo de lo anterior es el caso del programa de Licenciatura en Física de la Universidad Autónoma de Zacatecas, que considera ya las competencias específicas a desarrollar en sus graduados tomando prácticamente en su totalidad las propuestas en este informe.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Se puede consultar el perfil de egreso de la Licenciatura en Física y comparar con las 22 competencias propuestas en el Informe Tuning en el sitio: <http://fisica.uaz.edu.mx/web/licenciatura/perfil-de-egreso> (consulta: 25 de agosto de 2015).

Sin embargo, a pesar de la importancia a nivel latinoamericano del proyecto Tuning, y de las conclusiones de su reporte final en el área de física, éstas pueden ser cuestionables

en México debido a la escasa participación de los diversos agentes en su elaboración. En la Tabla 1 se puede apreciar la participación de México:

*Tabla 1. Número de respuestas recibidas en las encuestas por país y por grupo consultado (agentes participantes por país)*

País	Académicos (ACA)	Empleadores (EMP)	Estudiantes (EST)	Graduados (GRA)	Total
Argentina	46	18	20	28	112
Bolivia	23	20	19	9	71
Brasil	9	0	7	7	23
Chile	11	0	5	1	17
Colombia	48	5	66	15	134
Cuba	20	18	32	17	87
Ecuador	22	16	20	19	77
Guatemala	8	2	8	5	23
Honduras	17	3	31	4	55
México	7	0	9	0	16
Perú	30	26	30	30	116
Venezuela	22	3	32	13	70
Total	263	111	279	148	801
Porcentaje del total	33	14	35	13	100

*Fuente:* tomado de la sección 4.6 “Física” del “Informe final” del proyecto Tuning (Beneitone, 2007).

La metodología Tuning considera a cuatro “agentes” para ser encuestados sobre las actividades a desarrollar en un programa determinado; es el caso de la sección 4.6, sobre los programas en física. Como puede verse en la Tabla 1, la participación de México es muy baja si se toman en cuenta la población y el número de programas de física en el país: dado que solamente se recibieron 16 encuestas, la validez del estudio para este caso puede ser cuestionable; aunado a ello, no se obtuvieron respuestas ni de empleadores ni de graduados. Este escenario es aún más complejo si se toma en cuenta que, como se mencionó anteriormente, ya hay programas en México que han usado los resultados del proyecto Tuning como base para construir sus planes y programas de estudio.

Por otro lado, el Informe Tuning considera, dentro del mapa de la disciplina, los programas de formación en física tradicional, física aplicada y física educativa, y reporta que en México se ofertan dichos programas a nivel universitario. Esta consideración puede ser cuestionable también ya que es, por lo menos, abstracta, y muy general para el término física tradicional, mientras que por otro lado, no se han reportado programas a nivel universitario en física educativa más que el caso del posgrado en el Instituto Politécnico Nacional (IPN). En el caso de física aplicada, el mismo reporte es un poco más explícito y considera como áreas de formación en este rubro a la física médica, la geofísica, la ingeniería física y la biofísica; en este apartado a México sólo se le considera en la ingeniería física. Este tipo de

situaciones refuerzan el cuestionamiento a la validez del estudio para México.

Derivado del contexto descrito en esta sección, el equipo de trabajo que elaboró este artículo buscó estudiar el Informe Tuning en el caso de los programas en física en México, desde la percepción de las competencias por parte de los diferentes agentes, las competencias específicas propuestas y la jerarquización de competencias en los programas; así como las competencias consideradas más importantes y las consideradas más realizadas, entre varios otros.

En este trabajo se muestran los resultados y conclusiones del estudio acerca de las competencias consideradas como las más importantes y las más realizadas en programas en física en México; para ello se retomó la propuesta del Informe Tuning y se incrementó la muestra original de 16 a más de 100 participantes de varias universidades e institutos que ofertan programas en física. Se entrevistó a profesores que participaron directamente en la elaboración de las propuestas de competencias específicas tanto en física como en matemáticas (por considerarla un área muy similar a la física) en el proyecto Tuning América Latina. Se elaboraron instrumentos para conocer las preferencias de los participantes y se creó un sitio web para su aplicación. Se analizaron los resultados siguiendo una metodología alterna a la utilizada originalmente para el Informe Tuning para estudiar la relación entre importancia y realización de las competencias, las cuales fueron ubicadas en diferentes cuadrantes. Finalmente se formularon recomendaciones para su desarrollo.

## METODOLOGÍA

Se conformó un grupo de investigación integrado por profesores del Instituto Politécnico Nacional de México (IPN), todos egresados del programa de Licenciatura en Física y

Matemáticas del IPN; algunos de ellos son profesores en ese mismo programa y en el posgrado en física educativa del IPN, de manera que dentro de la propia metodología Tuning se pueden considerar como académicos y egresados, además de tener contacto con estudiantes de programas de física. No obstante, a pesar de pertenecer al medio ninguno de los integrantes del equipo de trabajo había tenido conocimiento del proyecto Tuning durante su elaboración (2004-2007) y todos desconocían el “Informe final” (Beneitone, 2007).

El primer contacto que se tuvo con el proyecto Tuning fue durante la sesión 34 del seminario “Repensar las matemáticas” del 8 de septiembre de 2010, titulado “Conocimientos y habilidades en matemáticas de los estudiantes de primer ingreso a las instituciones de nivel superior”, dictado por las doctoras Patricia Camarena Gallardo y María José Arroyo en el IPN (González, 2009).<sup>2</sup> En este seminario se hizo mención del proyecto y su informe final, ya que la Dra. Arroyo había sido coordinadora del grupo de trabajo en los programas de matemáticas a nivel Latinoamérica. En entrevista con el equipo de trabajo ella estuvo de acuerdo en que la baja participación pondría en cuestionamiento la validez del estudio en México, sin embargo, a pregunta expresa sobre la posibilidad de “repetir” el estudio para los programas de física, su respuesta fue que no sería conveniente, ya que se había dado por válido para América Latina. Sin embargo, dio algunas sugerencias para el estudio a realizar:

1. Antes de “entrar de lleno” en las competencias específicas propuestas por Tuning, estudiar la percepción que se tiene de las mismas por parte de profesores, autoridades y estudiantes de las instituciones con programas de física, situación que no se había llevado a cabo cuando se realizó el estudio a nivel América Latina.

2 El video de la sesión del seminario se puede encontrar en <http://www.riieeme.mx/SRM5c.html> (consulta: 3 de septiembre de 2015).

2. Aumentar la muestra, ya que las 16 personas encuestadas no representan los programas de física en México.
3. Una situación importante que es similar tanto en programas de matemáticas como de física es la relacionada con los cuatro agentes considerados para encuestar por parte de la metodología Tuning: estudiantes, egresados, académicos y empleadores. En el caso de empleadores, en las dos disciplinas suelen ser académicos en puestos de directores de escuelas, facultades o institutos de investigación, lo cual se ve reflejado también en la Tabla 1, donde varios países reportan cero empleadores encuestados —entre ellos México—. La sugerencia fue omitir este agente en nuestra propuesta de investigación.
4. Finalmente el Informe Tuning, en su sección 4.6 referida a los programas de física, formula una serie de preguntas a responder derivadas del mismo proyecto: a) ¿son competencias de tipo puntual o transversal?; b) ¿con qué área de la física están relacionadas y en qué nivel?; c) ¿cómo puede evaluarse el aprendizaje de estas competencias?; d) ¿cómo puede establecerse el tiempo de aprendizaje de estas competencias?; e) de qué manera deben modificarse los métodos de enseñanza para favorecer el aprendizaje de estas competencias? Responder a estas preguntas sería otro aspecto importante de un proyecto que buscara estudiar los resultados del Informe Tuning.

Con estas sugerencias se propuso el Proyecto Multidisciplinario 1291 en el IPN, el cual buscó estudiar las competencias específicas a desarrollar en los graduados de programas de física en México siguiendo la

metodología del proyecto Tuning América Latina. En el Proyecto 1291 se trató de incorporar las sugerencias de la Dra. Arroyo, de manera que en primera instancia se buscó conocer la opinión sobre el modelo por competencias que se tiene en las instituciones que ofrecen programas de física. Para este fin se diseñó un cuestionario (Anexo 1) que permitió dar una visión sobre la forma de pensar de los académicos, ya que son ellos los encargados de la implementación del modelo y el desarrollo de competencias. Dicho cuestionario fue colocado en una página electrónica,<sup>3</sup> de manera que fuera más sencillo de contestar en diferentes regiones del país. Se obtuvieron respuestas de profesores de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el IPN, la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), la Universidad Autónoma de Coahuila (UADEC), y la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), entre otras. El resultado de este primer ejercicio se tiene reportado en diversas publicaciones (Pérez-Trejo *et al.*, 2012; Ramírez, 2013; 2014).

Siguiendo las recomendaciones de la Dra. Arroyo, y buscando dar respuesta a la pregunta ¿qué percepción se tiene de las competencias por parte de los profesores de las instituciones con programas de física? (lo cual no se había llevado a cabo cuando se realizó el estudio a nivel América Latina), se concluyó que menos de la tercera parte de los profesores conoce las competencias y las dos terceras partes restantes las desconoce o las conoce parcialmente. Con esta información se hizo patente una tendencia a descalificarlas, mientras que mediante pláticas con algunas autoridades de escuelas a nivel universitario se concluyó que sólo les interesaba implementarlas porque era una orden de sus superiores.

3 Consúltese: <http://tlamatiliztli.mx/fisica/> (consulta: 20 de marzo de 2015).

Así mismo, para las respuestas a las preguntas ¿son competencias de tipo puntual o transversal?, y ¿con qué área de la física están relacionadas y en qué nivel?, se procedió a buscar una forma de jerarquizar las competencias específicas ya propuestas por Tuning. En esta etapa se encuestó a estudiantes, académicos y egresados, y se dejó para una etapa posterior a los empleadores, debido principalmente al bajo número de éstos fuera del ámbito académico. La metodología usada fue que, a partir de las competencias consideradas como más importantes por estos agentes, se introdujo la llamada “matriz de Morganov-Heredia” para jerarquizarlas (Ramírez *et al.*, 2013). El procedimiento anterior permite encontrar una metodología para conocer las competencias puntuales y transversales, y relacionarlas con los cursos regulares de los programas de física, es decir, con las áreas particulares de la física con las que pueden estar vinculadas. Los resultados de esta etapa se encuentran de igual manera disponibles (Ramírez *et al.*, 2013).

El Informe Tuning propone 22 competencias específicas a desarrollar en el graduado de física:

1. Plantear, analizar y resolver problemas físicos, tanto teóricos como experimentales, mediante la utilización de métodos analíticos, experimentales o numéricos.
2. Utilizar o elaborar programas o sistemas de computación para el procesamiento de información, cálculo numérico, simulación de procesos físicos o control de experimentos.
3. Construir modelos simplificados que describan una situación compleja, identificando sus elementos esenciales y efectuando las aproximaciones necesarias.
4. Verificar y evaluar el ajuste de modelos a la realidad, identificando su dominio de validez.
5. Aplicar el conocimiento teórico de la

física en la realización e interpretación de experimentos.

6. Demostrar una comprensión profunda de los conceptos y principios fundamentales, tanto de la física clásica como de la física moderna.
7. Describir y explicar fenómenos naturales y procesos tecnológicos en términos de conceptos, principios y teorías físicas.
8. Desarrollar argumentaciones válidas en el ámbito de la física, identificando hipótesis y conclusiones.
9. Sintetizar soluciones particulares, extendiéndolas hacia principios, leyes o teorías más generales.
10. Percibir las analogías entre situaciones aparentemente diversas, utilizando soluciones conocidas en la resolución de problemas nuevos.
11. Estimar el orden de magnitud de cantidades mensurables para interpretar fenómenos diversos.
12. Demostrar destrezas experimentales y uso de métodos adecuados de trabajo en el laboratorio.
13. Participar en actividades profesionales relacionadas con tecnologías de alto nivel, sea en el laboratorio o en la industria.
14. Participar en asesorías y elaboración de propuestas en ciencia y tecnología en temas con impacto económico y social en el ámbito nacional.
15. Actuar con responsabilidad y ética profesional, manifestando conciencia social de solidaridad, justicia, y respeto por el ambiente.
16. Demostrar hábitos de trabajo necesarios para el desarrollo de la profesión, tales como el trabajo en equipo, el rigor científico, el autoaprendizaje y la persistencia.
17. Buscar, interpretar y utilizar información científica.
18. Comunicar conceptos y resultados

científicos en lenguaje oral y escrito ante sus pares, y en situaciones de enseñanza y de divulgación.

19. Participar en la elaboración y desarrollo de proyectos de investigación en física o interdisciplinarios.
20. Demostrar disposición para enfrentar nuevos problemas en otros campos, utilizando sus habilidades y conocimientos específicos.
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, y demostrar disposición para colaborar en la formación de científicos.

Una actividad en particular que se hizo en el Informe Tuning en la sección de programas de física —y que no se realizó para los demás programas— fue una división en tres

categorías para las competencias propuestas; a continuación se muestran estas categorías y el número que las identifica:

1. Competencias cognitivas: 6, 7, 17, 21 y 22.
2. Competencias metodológicas: sistémicas (1, 3, 4, 5, 8, 9, 10, y 11) e instrumentales (2 y 12).
3. Competencias laborales-sociales: 13, 14, 15, 16, 18, 19 y 20.

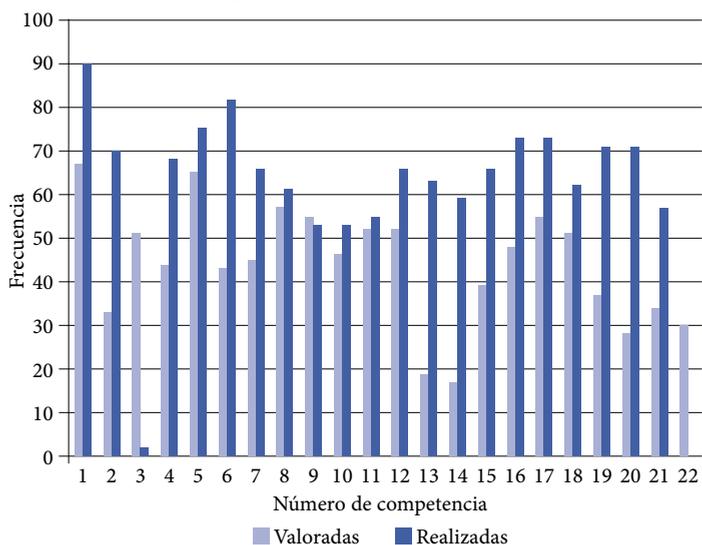
Adicionalmente, se entrevistó al Dr. Osvaldo de Melo, representante de Cuba en el Proyecto Tuning para los programas de física, quien reforzó la opinión de la Dra. Arroyo sobre los empleadores en los programas de física y matemáticas al comentar que los empleadores encuestados (al menos en Cuba) habían sido directores de facultades y centros de investigación, los cuales pueden considerarse académicos. Otra información relevante aportada por el Dr. de Melo fue acerca de las discusiones sobre las competencias que finalmente

*Tabla 2. Número de respuestas recibidas en las encuestas por país sin considerar empleadores*

País	Académicos (ACA)	Estudiantes (EST)	Graduados (GRA)	Total
Argentina	46	20	28	94
Bolivia	23	19	9	51
Brasil	9	7	7	23
Chile	11	5	1	17
Colombia	48	66	15	129
Cuba	20	32	17	69
Ecuador	22	20	19	61
Guatemala	17	28	5	21
Honduras	7	31	4	52
México	41	51	20	112
Perú	30	30	30	90
Venezuela	22	32	13	67
Total	263	279	148	690
Porcentaje del total	33	35	13	100

*Fuente:* elaboración propia con base en los datos del Informe Tuning para todos los países, excepto México. Se excluyó la columna de “empleadores”.

**Gráfico 1. Histograma de frecuencias donde se muestran las competencias más valoradas y más realizadas**



Fuente: elaboración propia.

fueron incluidas en el “Informe final”, donde la subjetividad no dejó de ser factor, ya que algunas podrían considerarse como muy similares o equivalentes (como las competencias 1 y 9) y dejar fuera otras consideradas por uno o varios de los miembros del equipo. Un detalle final mencionado por el Dr. de Melo y no descrito en el “Informe final” es que la redacción final de las competencias corrió por parte de un grupo de pedagogos, y no por el grupo de físicos que conformaban la comisión.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el Informe Tuning se reportan, para el caso de México, 16 personas encuestadas, lo que lo ubica en el último lugar respecto del número de respuestas recibidas, como se ve en la Tabla 1.

En este trabajo se encuestaron 112 personas, sin tomar en cuenta empleadores. Con esta consideración México se ubica en los primeros lugares de encuestas recibidas, tan sólo por debajo de Colombia, como se ve en la Tabla 2.

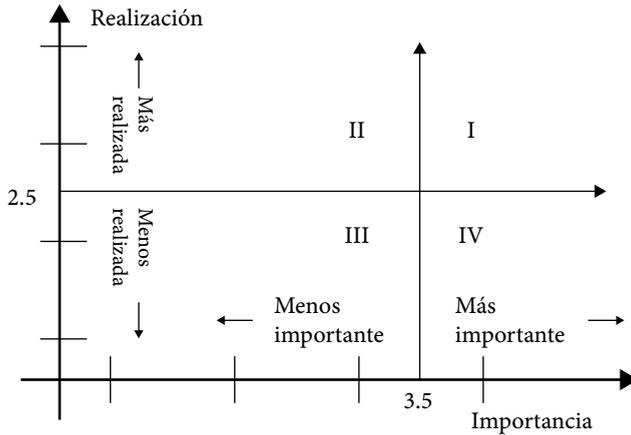
Derivado de la aplicación de las encuestas, en el Gráfico 1 se muestra el histograma

de frecuencias, donde se pueden apreciar las competencias más valoradas y más realizadas entre las 22 propuestas. Se observan algunos contrastes, por ejemplo, las competencias 3 y 22 aparecen como valoradas y poco realizadas, cuando en general son más realizadas que valoradas. El análisis detallado de los resultados se describe más adelante.

Se buscó hacer el estudio de la valoración de las competencias por parte de estudiantes y académicos siguiendo en principio la propuesta del mismo Informe Tuning: se relacionaron las competencias consideradas realizadas con aquellas consideradas importantes para un graduado en física, como se muestra en el Gráfico 2.

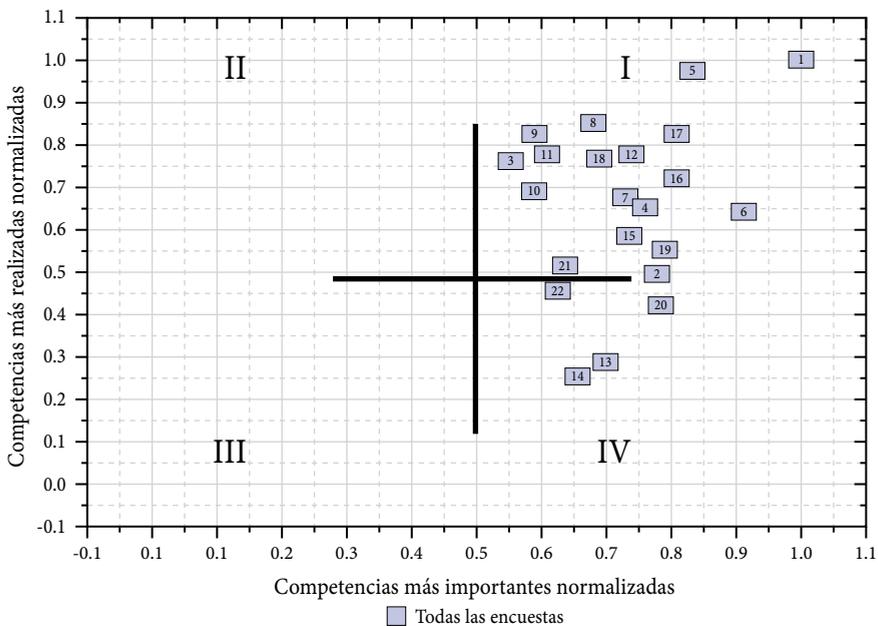
En el Informe Tuning se trabajó utilizando coeficientes de correlación entre importancia y realización para conformar los cuadrantes, donde las medias de valoración fueron 2.5 en la realización y 3.5 en la importancia. A diferencia de la metodología Tuning, en la siguiente etapa se aplicó un cuestionario a los profesores, estudiantes y egresados acerca de las actividades que consideraban más importantes y de las que consideraban que sí se realizaban en los

Gráfico 2. Definición de cuadrantes para el análisis entre la realización y la importancia de competencias hecho por el Informe Tuning



Fuente: tomado de Universidad de Deusto, 2007.

Gráfico 3. Frecuencias normalizadas de las competencias más importantes contra las más atendidas consideradas por todos los encuestados



Fuente: elaboración propia.

programas de física de las 22 que ya habían sido propuestas por Tuning (Anexo 2). Se propuso graficar las frecuencias normalizadas a uno (se divide cada frecuencia entre la frecuencia de la competencia uno, la mayor), es decir, se grafica de manera normalizada la frecuencia de

las competencias más atendidas contra la frecuencia normalizada de las competencias más importantes. A partir de estas gráficas se identificaron cuatro cuadrantes, de tal forma que en el cuadrante I se tienen las competencias consideradas importantes y atendidas; en el II

las competencias consideradas no importantes, pero sí atendidas; en el III las consideradas no importantes y no atendidas; y finalmente en el IV están las competencias consideradas importantes y no atendidas.

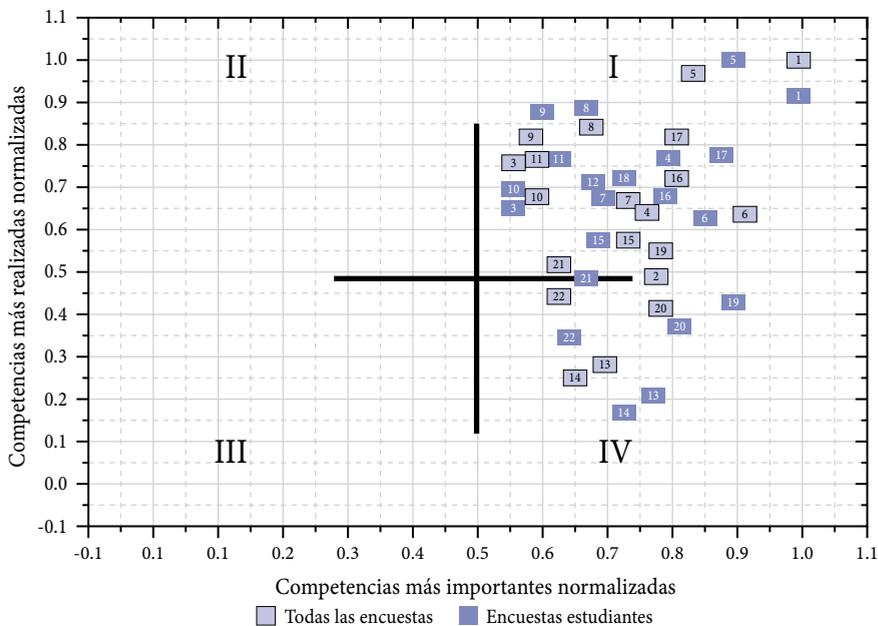
Para la conformación de los cuadrantes se consideran las encuestas hechas a profesores y estudiantes. La división de los cuadrantes se tomó de 0 a 0.5 y de 0.5 a 1 por el hecho de presentar valores normalizados; no obstante, debe aclararse que este tipo de gráficas en el Informe Tuning no se presentan normalizadas, lo que principalmente se debe a que consideraron pertinente dejar algunas competencias en todos los cuadrantes.

El Gráfico 3 permite identificar la distribución de las competencias en los cuatro

cuadrantes antes descritos; nótese que en este caso las competencias sólo se encuentran localizadas en los cuadrantes I y IV, y las que habría que atender son las que están en el último cuadrante, ya que son consideradas importantes pero no atendidas. Un análisis más detallado comparando con cada grupo encuestado arrojaría información interesante.

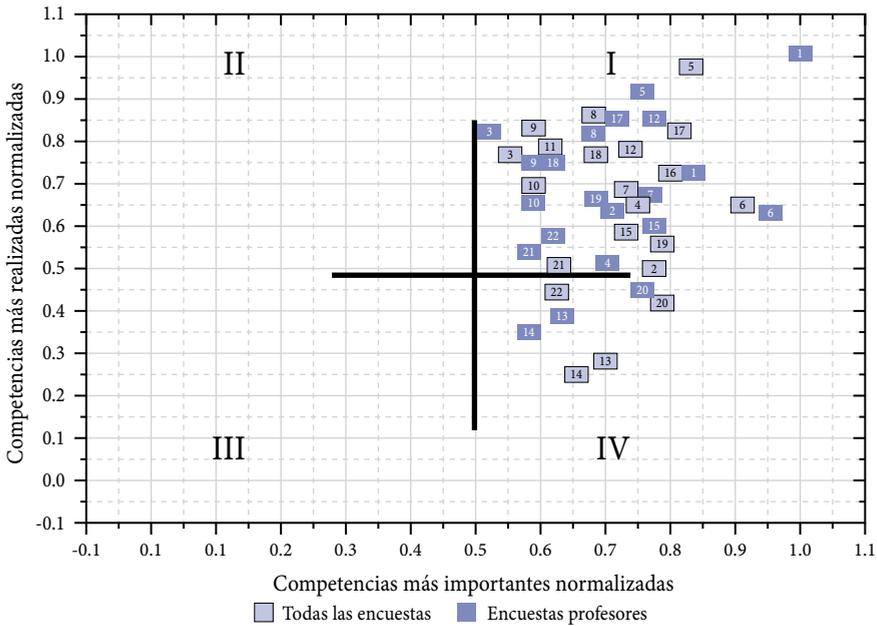
El Gráfico 4 presenta una comparación entre el total de encuestas y las contestadas sólo por los estudiantes. Como se puede ver, los estudiantes consideran a las competencias 2, 13, 14, 19, 20, 21 y 22 como importantes, pero que no están siendo atendidas; por otro lado, en el Gráfico 5 se muestra que los profesores sólo consideran en este grupo del cuadrante IV, a las competencias 13, 14 y 20.

Gráfico 4. Frecuencias normalizadas de las competencias más importantes contra las más atendidas consideradas por los alumnos



Fuente: elaboración propia.

Gráfico 5. Frecuencias normalizadas de las competencias más importantes contra las más atendidas consideradas por los profesores



Fuente: elaboración propia.

En ambos casos, si se compara con el Gráfico 3, las competencias comunes que pertenecen al cuadrante IV son la 13 (participar en asesorías y elaboración de propuestas en ciencia y tecnología en temas con impacto económico y social en el ámbito nacional), 14 (actuar con responsabilidad y ética profesional, manifestando conciencia social de solidaridad, justicia, y respeto por el ambiente), y 20 (demostrar disposición para enfrentar nuevos problemas en otros campos, utilizando sus habilidades y conocimientos específicos), lo que pone en evidencia puntos que deberán tomarse en cuenta por los docentes para promover la realización de éstas. Por otra parte, sólo la competencia 22 es coincidente con los alumnos (conocer los procesos relevantes del proceso enseñanza-aprendizaje de la física, y demostrar disposición para colaborar en la formación de científicos); este resultado es contrastante porque los profesores consideran que esta competencia sí se cumple, mientras que los estudiantes no lo ven así, lo que

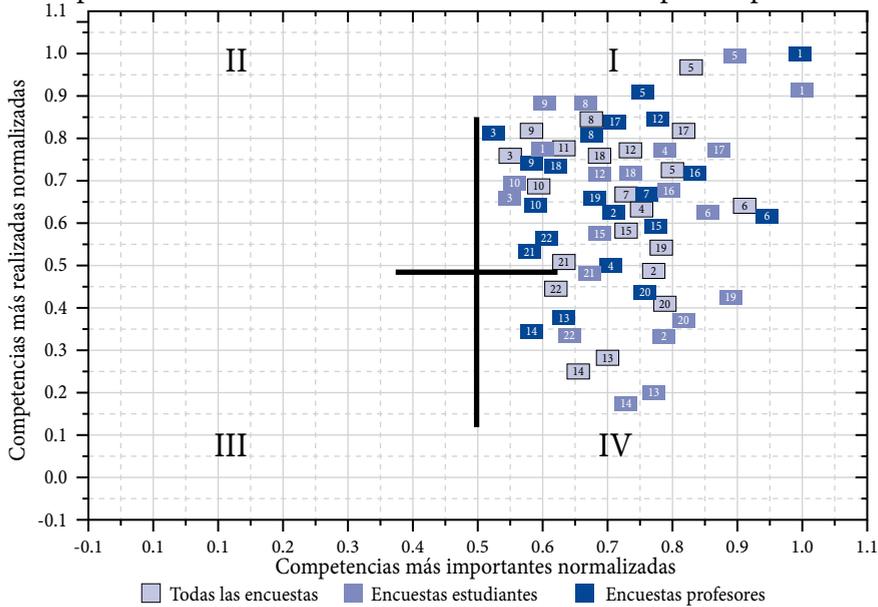
sugiere que los docentes deberán hacer más trabajo para lograr promover de mejor manera el desarrollo de esta competencia en sus alumnos.

En el Gráfico 6 se muestra un comparativo de los resultados para estudiantes, profesores y el total de las encuestas. Se puede observar que, en general, los estudiantes perciben que las competencias no están siendo atendidas en la medida como los docentes lo creen.

Es de mencionar que analizando detenidamente cada uno de los cuadrantes encontrados en los Gráficos 4, 5 y 6, es posible destacar algunas observaciones generales respecto a los cuadrantes y el desarrollo de las competencias en las escuelas de física, a saber:

- El cuadrante I no tiene problemas, dado que dichas competencias se consideran tanto importantes como atendidas.
- El cuadrante II tampoco representa problema, ya que aunque no se consideran importantes, sí se consideran

Gráfico 6. Frecuencias normalizadas de las competencias más importantes contra las más atendidas consideradas por los profesores



Fuente: elaboración propia.

competencias atendidas en los programas de física.

- El cuadrante III es de cuidado especial, ya que se trata de competencias que no son consideradas importantes ni atendidas. Esto significaría que competencias validadas a nivel internacional no son de interés ni para los alumnos y profesores. Por otro lado, el no considerar importantes dichas competencias, además de no ser atendidas, implica que no se piensa que en un futuro cercano se pueda convencer a los profesores de que intenten desarrollarlas, a pesar de que son ellos/ellas los encargados de promoverlas, o no, en los estudiantes.
- El cuadrante IV es el más preocupante debido a que son competencias que a pesar de considerarse importantes, no se atienden en los programas de física. Sin embargo, la ubicación de competencias en este cuadrante puede servir para convencer a los profesores de la importancia de desarrollar las

competencias y en qué dirección debe trabajarse para desarrollarlas.

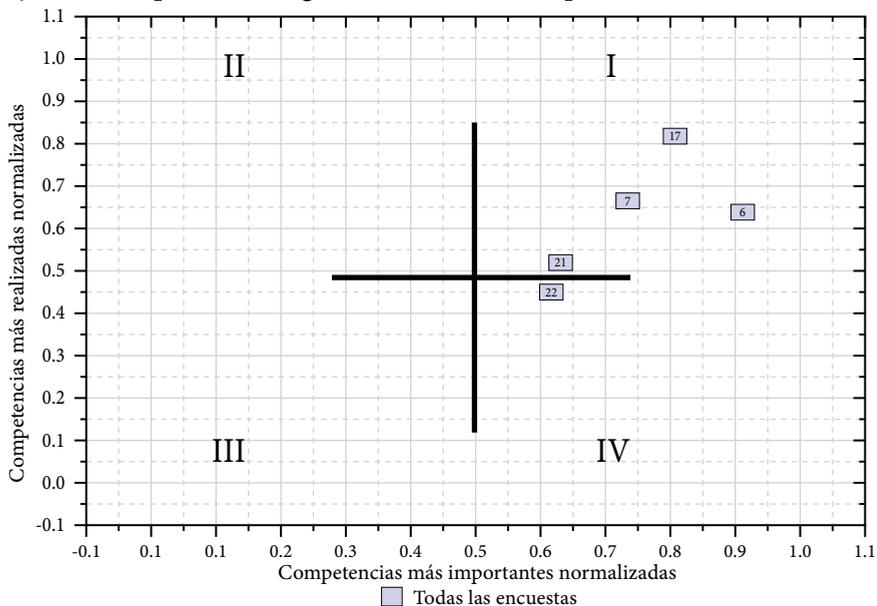
En el Informe Tuning se realiza una sistematización de las competencias específicas y se dividen en tres categorías principales no excluyentes y dos subcategorías, a saber:

1. Competencias cognitivas, las cuales caracterizan el conocimiento disciplinar del graduado.
2. Competencias metodológicas, que caracterizan el saber hacer de la física en sus dos vertientes, teórica y experimental, y que pueden dividirse en dos subcategorías: a) competencias instrumentales, que se identifican como la serie de habilidades y destrezas en el uso de los procedimientos aplicables al hacer científico; y b) competencias sistémicas, que son aquéllas que conllevan una interacción de elementos cognitivos y procedimientos, con altos niveles de complejidad.

3. Competencias laborales y sociales, que integran las competencias metodológicas y genéricas, y se manifiestan en el actuar profesional en interacción con los contextos donde se ejerce y bajo la influencia de los valores personales y comunitarios.

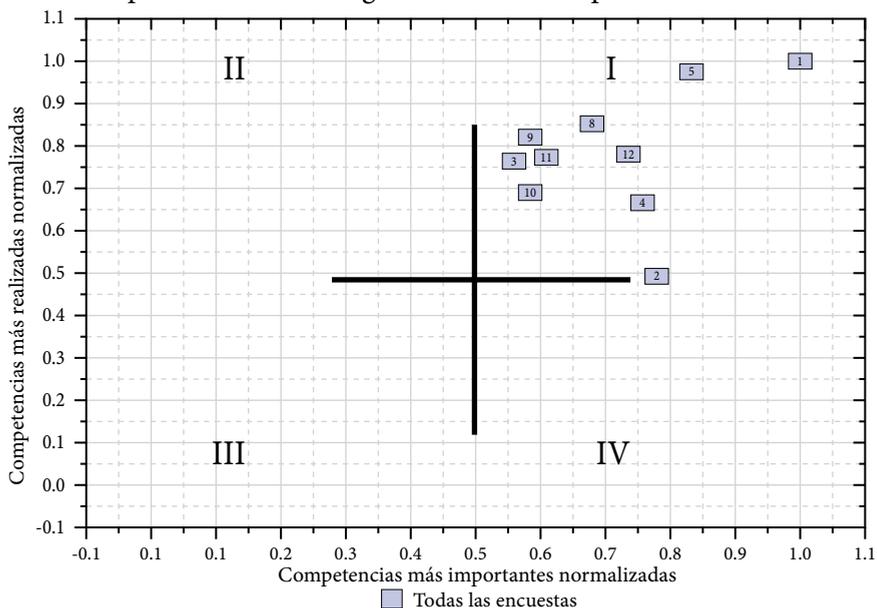
Al respecto presentamos el siguiente grupo de Gráficos (7-9) de las encuestas totales en donde se muestra la distribución de las competencias de las tres categorías anteriores en los cuadrantes propuestos. Cabe resaltar que este análisis no se realiza en el Informe Tuning.

Gráfico 7. Competencias cognitivas consideradas por todos los encuestados



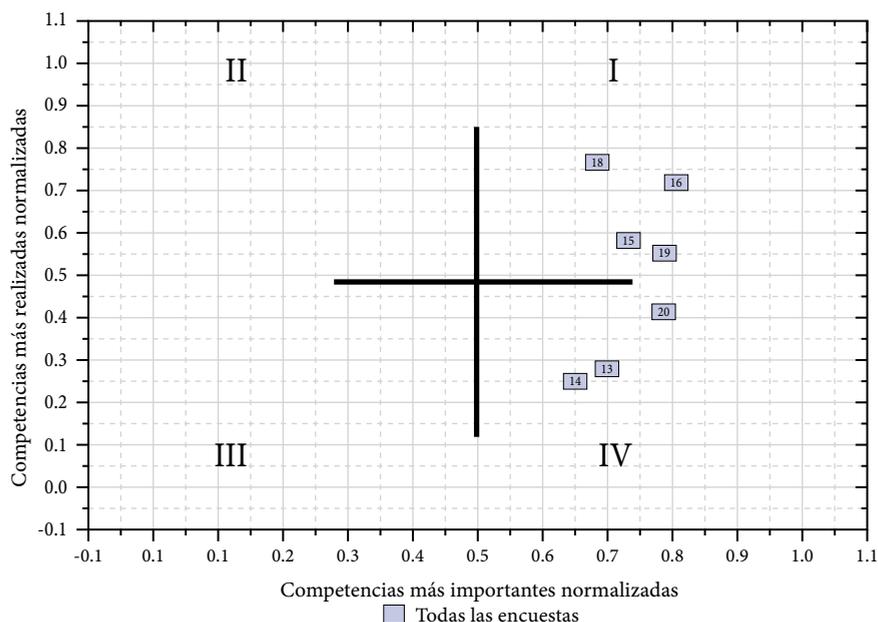
Fuente: elaboración propia.

Gráfico 8. Competencias metodológicas consideradas por todos los encuestados



Fuente: elaboración propia.

Gráfico 9. Competencias laborales y sociales consideradas por todos los encuestados



Fuente: elaboración propia.

En el Gráfico 7 se puede ver que dentro de las competencias cognitivas, la competencia considerada más importante es la 6 (demostrar una comprensión profunda de los conceptos y principios fundamentales, tanto de la física clásica como de la física moderna), mientras que la más realizada es la competencia 17 (buscar, interpretar y utilizar información científica). Asimismo, las competencias consideradas menos realizadas y menos importantes son la 22 (conocer los procesos relevantes del proceso enseñanza-aprendizaje de la física, demostrando disposición para colaborar en la formación de científicos); y la 21 (conocer y comprender el desarrollo conceptual de la física en términos históricos y epistemológicos), respectivamente. Este resultado muestra una debilidad importante, ya que uno de los objetivos principales de las escuelas con programas de física (como por ejemplo la ESFM-IPN)<sup>4</sup> es, generalmente, crear profesionales con alto compromiso en diversas actividades tales como la docencia, punto que evidentemente no se está cumpliendo.

Del mismo modo, en el Gráfico 8, que se refiere a las competencias metodológicas, se observa que la competencia considerada como más importante y más realizada es la 1 (plantear, analizar y resolver problemas físicos, tanto teóricos como experimentales, mediante la utilización de métodos analíticos, experimentales o numéricos) seguida de la 5 (aplicar el conocimiento teórico de la física en la realización e interpretación de experimentos). Mientras que la competencia menos realizada es la 2 (construir modelos simplificados que describan una situación compleja, identificando sus elementos esenciales y efectuando las aproximaciones necesarias) y menos importante la competencia 3 (utilizar o elaborar programas o sistemas de computación para el procesamiento de información, cálculo numérico, simulación de procesos físicos o control de experimentos). En este punto tocará a los docentes y egresados discutir cuáles deberán ser las competencias más importantes en este rubro y hacer las correcciones pertinentes para promover la realización de las mismas.

4 Consúltase: <http://www.esfm.ipn.mx/Conocenos/Paginas/Mision.aspx> (consulta: 9 de septiembre de 2015).

Finalmente, en el Gráfico 9, dentro de las competencias laborales y sociales se muestra que la competencia considerada como más importante es la número 16 (demostrar hábitos de trabajo necesarios para el desarrollo de la profesión, tales como el trabajo en equipo, el rigor científico, el autoaprendizaje y la persistencia), mientras que la más realizada es la 18 (comunicar conceptos y resultados científicos en lenguaje oral y escrito ante sus pares, y en situaciones de enseñanza y de divulgación). Las competencias menos realizadas son las competencias 14 (participar en asesorías y elaboración de propuestas en ciencia y tecnología en temas con impacto económico y social en el ámbito nacional), 13 (participar en actividades profesionales relacionadas con tecnologías de alto nivel, sea en el laboratorio o en la industria) y 20 (demostrar disposición para enfrentar nuevos problemas en otros campos, utilizando sus habilidades y conocimientos específicos), aunque esta última es considerada de alta importancia. También, como en la categoría anterior, tocará a los docentes y egresados discutir cuáles deberán ser las competencias más importantes en este rubro y promover su realización, por orden de importancia.

## CONCLUSIONES

Existen algunos trabajos realizados ya sobre el Proyecto Tuning en su sección 4.6 de programas de física, sin embargo, para el caso de México se tiene poca —o ninguna— investigación al respecto. En este trabajo se mostraron y analizaron competencias valoradas como más realizadas y más importantes para los estudiantes y los académicos de instituciones con programas de física a nivel nacional. Una debilidad que tiene el Informe Tuning en el caso de México para su validez es el escaso número de agentes participantes (16); en este

trabajo se logró aumentar significativamente la muestra hasta 112 agentes encuestados.

Derivado de la metodología seguida al proponer cuatro cuadrantes, es claro que las competencias incluidas en los cuadrantes I y II no representan un problema inmediato, ya que son aquellas que se consideran realizadas en los programas. Las competencias en el cuadrante III son las que representarían el mayor problema, ya que son consideradas poco importantes y poco realizadas; no obstante, en los gráficos presentados ninguna competencia cae en esta categoría. El caso del cuadrante IV presenta competencias que son valoradas como importantes pero poco realizadas; en este caso se puede considerar que se tiene conciencia de la importancia de dichas actividades a desarrollar y, por lo tanto, se tratarán de “ajustar” los planes y programas de estudio para aumentar la realización de esas competencias; ejemplo de lo anterior sería la competencia 14 (participar en asesorías y elaboración de propuestas en ciencia y tecnología en temas con impacto económico y social en el ámbito nacional), considerada en este cuadrante tanto por profesores como por estudiantes, y que bien podría estimularse mediante la mayor participación de los estudiantes en proyectos institucionales o de instancias externas (como CONACyT), inclusive como parte de sus créditos regulares. Un caso interesante lo representa la competencia 22 (conocer los aspectos relevantes del proceso de enseñanza-aprendizaje de la física, y demostrar disposición para colaborar en la formación de científicos), que también está considerada en el cuadrante IV, ya que un campo laboral natural para los graduados de física es la docencia; en este sentido, consideramos importante que haya materias dentro del plan de estudios que fomenten y desarrollen esta competencia, de vital importancia para eventuales futuros profesores de física.

## REFERENCIAS

- AGUILERA, Juan Carlos y Gabriela Cuevas (2011), "Adaptación de la metodología Tuning para el levantamiento del perfil de egreso de alumnos de bachillerato en la Universidad de los Andes", *Calidad en la Educación*, vol. 1, núm. 34, pp. 219-230.
- ARRIOLA, María (2007), *Desarrollo de competencias en el proceso de instrucción*, México, Trillas.
- ARGUDÍN, Yolanda (2005), *Educación basada en competencias*, México, Trillas.
- BENEITONE, Pablo (2007), *Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina. Informe final. Proyecto Tuning para América Latina 2004-2007*, Bilbao, Publicaciones de la Universidad de Deusto.
- CAMPILLO, Antonio (2004), *Libro blanco. Título de grado en matemáticas*, Valladolid, Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación.
- CAÑAS, Ana, María Martín-Díaz y Juana Nieda (2007), *Competencias en el conocimiento y la interacción con el mundo físico*, Madrid, Alianza Editorial.
- EIRÓ, María y Afranio Catani (2011), "Projetos Tunfizg e Tuning' América Latina: afinando os currículos às competências", *Cadernos PRO-LAM/USP*, vol. 1, núm. 10, pp. 103-123.
- GONCZI, Andrew (1997), *Problemas asociados con la implementación de la educación basada en la competencia: de lo atomístico a lo holístico. Formación basada en competencia laboral*, México, CONOCER-OIT/CINTERFOR.
- GONZÁLEZ, Rosa (coord.) (2009), *Conocimientos y habilidades en matemáticas de los estudiantes de primer ingreso a las instituciones de educación superior del área metropolitana de la Ciudad de México*, México, Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, Consejo Regional del Área Metropolitana.
- HERNÁNDEZ, Alma y Karina Rodríguez (2008), "The Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), and the Definition of Competencies in Higher Education: The case of Mexico", *EDUCERE*, vol. 12, núm. 43, pp. 751-758.
- MEDINA, José (2009), "Análisis del programa de estudios de ciencias (énfasis en física, de secundaria). Los libros de texto y la competencia científica de PISA", *Latin American Journal on Physics Education*, vol. 3, núm. 2, pp. 406-420.
- MONZÓN, Graciela y José Di Paolo (2008), "Física I: el espacio y tiempo oportunos para desarrollar competencias en alumnos ingresantes a ingeniería", *Ciencia, Docencia y Tecnología*, año XIX, núm. 36, pp. 43-57.
- PÉREZ-Trejo, Leonor, Arturo Méndez-Sánchez, Mario Ramírez, Miguel Olvera y Ángel González (2012), "Percepción de profesores de física y matemáticas sobre el modelo educativo basado en competencias", *Latin American Journal on Physics Education*, vol. 6, núm. 4, pp. 614-617.
- PERRENOUD, Philippe (2006), *Construir competencias desde la escuela*, Santiago, Ediciones Noreste.
- RAMÍREZ, Mario (2008), *Guía para el desarrollo de competencias docentes*, México, Trillas.
- RAMÍREZ, Mario (2013), "Perception of Physics Teachers in Mexico about Competences Model", *US-China Education Review A*, vol. 3, núm. 7, pp. 540-545.
- RAMÍREZ, Mario (2014), "Diferencias en las creencias de profesores de ciencias sociales y física acerca del modelo por competencias en México", *Tlatemoani*, vol. 1, núm. 17, pp. 124-141.
- RAMÍREZ, Mario, Arturo Méndez-Sánchez, Leonor Pérez-Trejo y Miguel Olvera-Aldana (2013), "Jerarquización de competencias específicas en el programa de física de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN-México utilizando la matriz de Morganov-Heredia", *Formación Universitaria*, vol. 6, núm. 5, pp. 21-28.
- Universidad de Deusto (2008), *Reference Points for the Design and Delivery of Degree Programmes in Physics*, Bilbao, Publicaciones de la Universidad de Deusto.

**ANEXO 1.**  
**CUESTIONARIO DE COMPETENCIAS**

Nombre:

Edad:

Correo electrónico

Institución de origen:

¿Cuál ha sido su experiencia en el conocimiento de las competencias?

A su parecer, describa brevemente en qué consiste el modelo educativo basado por competencias

¿Considera que este modelo es más adecuado para nuestra institución? Explique por qué

¿Cuál ha sido su experiencia en la adaptación de los planes de estudio al modelo de competencia?

¿Cuál es el quehacer del profesorado universitario frente al modelo basado en competencias?

¿Cree en la efectividad del cambio de modelo y cuáles serían las razones?

¿Qué opina de la tendencia en las instituciones en cambiar a un modelo basado en competencias?

¿Cómo enfrenta las nuevas competencias docentes exigidas para operar la nueva currícula?

¿Cuáles considera las fortalezas del modelo educativo basado por competencias?

¿Cuáles considera las debilidades del modelo educativo basado por competencias?

¡Muchas gracias por su apoyo!

## ANEXO 2.

### CUESTIONARIO APLICADO A LOS PROFESORES, ESTUDIANTES Y EGRESADOS

Según tu experiencia, ¿cuáles de las siguientes actividades consideras que son las más importantes que se deben tomar en cuenta para tu formación académica, y cuáles consideras que han sido las más atendidas en los cursos que has tomado?

Actividades	Más importantes	Más atendidas
1. Plantear, analizar y resolver problemas físicos, tanto teóricos como experimentales, mediante la utilización de métodos analíticos, experimentales o numéricos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Construir modelos simplificados que describan una situación compleja, identificando sus elementos esenciales y efectuando las aproximaciones necesarias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Utilizar o elaborar programas o sistemas de computación para el procesamiento de información, cálculo numérico, simulación de procesos físicos o control de experimentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Verificar y evaluar el ajuste de modelos a la realidad, identificando su dominio de validez	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Aplicar el conocimiento teórico de la física en la realización e interpretación de experimentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Demostrar una comprensión profunda de los conceptos y principios fundamentales, tanto de la física clásica como de la física moderna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Describir y explicar fenómenos naturales y procesos tecnológicos en términos de conceptos, principios y teorías físicas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Desarrollar argumentaciones válidas en el ámbito de la física, identificando hipótesis y conclusiones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Sintetizar soluciones particulares, extendiéndolas hacia principios, leyes o teorías más generales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Percibir las analogías entre situaciones aparentemente diversas, utilizando soluciones conocidas en la resolución de problemas nuevos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Estimar el orden de magnitud de cantidades mensurables para interpretar fenómenos diversos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Demostrar destrezas experimentales y uso de métodos adecuados de trabajo en el laboratorio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Participar en actividades profesionales relacionadas con tecnologías de alto nivel, sea en el laboratorio o en la industria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Participar en asesorías y elaboración de propuestas en ciencia y tecnología en temas con impacto económico y social en el ámbito nacional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Actuar con responsabilidad y ética profesional, manifestando conciencia social de solidaridad, justicia, y respeto por el ambiente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Demostrar hábitos de trabajo necesarios para el desarrollo de la profesión, tales como el trabajo en equipo, el rigor científico, el auto aprendizaje y la persistencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Buscar, interpretar y utilizar información científica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Actividades	Más importantes	Más atendidas
18. Comunicar conceptos y resultados científicos en lenguaje oral y escrito ante sus pares, y en situaciones de enseñanza y de divulgación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Participar en la elaboración y desarrollo de proyectos de investigación en física o interdisciplinarios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Demostrar disposición para enfrentar nuevos problemas en otros campos, utilizando sus habilidades y conocimientos específicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Conocer y comprender el desarrollo conceptual de la física en términos históricos y epistemológicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. Conocer 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"/>