

UN MODELO DE COMPETENCIAS ESPECÍFICAS PARA EL ÁREA DE FÍSICA, EN LATINOAMERICA (RESUMEN DEL INFORME FINAL TUNING LA)

CONGRESO INTERNACIONAL EN CALIDAD E INNOVACIÓN EN EDUCACIÓN SUPERIOR (CIES),
9-13 DE ABRIL DEL 2007, UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR,
CARACAS VENEZUELA

PRÓLOGO

En tres instancias desde febrero del 2006 en Costa Rica , se reunieron los miembros del Proyecto Tuning-América Latina del área temática de Física. La convocatoria contó con la participación de 12 países: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Perú y Venezuela. El resultado principal fue un modelo de 22 Competencias Específicas para el área de Física, que cubren aspectos cognitivos, metodológicos, laborales y sociales.

Estas competencias fueron estadísticamente evaluadas a través de una encuesta, la cual fue realizada en los países participantes y contó con la participación de 4 grupos diferenciados: Académicos, Egresados, Estudiantes y Empleadores. La alta correlación (0.85-0.95) entre los distintos grupos y las medias > 3 (en una escala de 4), valida el modelo de competencias específicas propuesto por el grupo. A su vez, un análisis estadístico más profundo, permite establecer con un alto grado de confiabilidad algunas reflexiones.

Se observa que en general la media de realización se encuentra por debajo de la media de importancia para todas las competencias. Este hecho es particularmente notable en competencias de índole metodológico del tipo “Aplicar el conocimiento teórico” y “Demostrar destrezas experimentales”, las cuales marcan una diferencia fundamental en la formación de un físico. Si bien es cierto estas competencias “experimentales” requieren inversiones importantes, también requieren especial consideración.

El muy importante aspecto de la enseñanza y aprendizaje, *la resolución de problemas*, está representado en la competencia “Plantear, analizar y resolver problemas...” , la cual fue destacada como la más importante de la encuesta. En este respecto se encuentra que, el esfuerzo de profesores y estudiantes en resolución de problemas típicos no se traduce en el logro de competencias relacionadas con la comprensión conceptual y la resolución de problemas propiamente dicha. Actualmente tiende a imponerse el desarrollo de habilidades de modelación, la cual entronca esta competencia con otras competencias como “Construir modelos...” y “Verificar y evaluar el ajuste de modelos...” . Lo que promueve en última instancia, la solución de un problema particular en un contexto de mayor riqueza y generalidad.

La conexión entre la universidad y la realidad socioeconómica y tecnológica, se explora a través de la competencia “Participar en la elaboración y desarrollo de proyectos...” , la cual es considerada importante pero poco realizada. En la práctica esta observación parece estar en armonía con los distintos programas que han surgido en Latinoamérica, buscando formar profesionales que no se limiten exclusivamente a la investigación en Física.

Del Informe Final Tuning: *“Los resultados obtenidos han inspirado dos grandes expectativas. La primera es la posibilidad de utilizar el modelo construido en el presente trabajo como guía y orientación para las universidades de América Latina en el análisis, diseño e implementación del currículo de formación en Física. La segunda expectativa, vinculada a la primera, es que el presente modelo pueda servir de referencia para el análisis y reformulación de los objetivos de aprendizaje, durante el diseño de los programas de formación de físicos.”*

Seguidamente se presenta una versión reducida del Informe Final Tuning para el área de Física. La versión original, así como otros papeles de trabajo, estarán disponibles en la página oficial del proyecto en el futuro cercano.

Prof. Enrique Iglesias
Departamento de Física
USB

LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS PARA EL ÁREA DE FÍSICA, EN LATINOAMERICA (RESUMEN DEL INFORME FINAL TUNING LA)

1. Introducción y presentación del área

En San José de Costa Rica, entre el 22 y el 24 de febrero de 2006 tuvo lugar la Primera Reunión General del Proyecto Tuning-América Latina del área temática de Física. Los países participantes (y representantes) que integran el Grupo de Trabajo en el área son: Argentina(Armando Fernández Guillermet), Bolivia(Wilfredo Tavera Llanos), Brasil(Naira Maria Balzareti, Eloneid Felipe Nobre), Chile(Alonso Llancaqueo Henriquez), Colombia(Carlos J. Uribe Gartner), Cuba(Oswaldo De Melo Pereira), Ecuador(Arquímedes Haro), Guatemala(Eduardo M. Álvarez Massis), Honduras(Gustavo Perez Munguía), México(Carlos. A Calcano Roldán), Perú(Orlando Pereyra Ravínez) y Venezuela (Rafael Escalona Zerpa, Enrique J.M.Iglesias Castro).

En cumplimiento de las tareas asignadas se analizaron los perfiles profesionales y planes de estudio de los programas de formación de pregrado en Física en los doce países participantes. El análisis mostró una apreciable diversidad tanto en las denominaciones de los programas de formación como en las titulaciones. En general, todos los programas de formación tienen una duración de entre 4 y 5 años y conducen a la formación de lo que tradicionalmente se ha denominado un físico, destinado a desempeñarse en áreas que en la Sección 2 se denominarán Física Tradicional, Física Aplicada, o Física Educativa. Teniendo en cuenta las realidades de cada región, el Grupo decidió concentrarse en los programas de formación en Física Tradicional. Se determinaron las competencias específicas de la disciplina y se inició una línea de trabajo que considera aspectos de enseñanza, aprendizaje y evaluación.

2. Mapa de la disciplina

La presente Sección del Informe no pretende brindar una descripción exhaustiva de la situación de la Física en cada uno de los países participantes. La realización de un mapa de tales características requiere un esfuerzo de obtención de información, sistematización y análisis crítico que excede ampliamente el marco del Proyecto. Lo que sigue debe considerarse, más bien, como una síntesis de aquellas características claves que deberían ser tenidas en cuenta a la hora de realizar un diagnóstico detallado de la formación de pregrado en Física en América Latina.

Los programas de formación de pregrado que se analizaron permiten que un graduado en Física pueda optar, en general, por alguna de las siguientes alternativas: a) continuar estudios de postgrado; b) trabajar en campos de aplicación de la Física; c) dedicarse a la docencia a nivel medio o superior. Los títulos que se obtienen y la duración de los programas de formación varían de país a país.

Con referencia a las opciones profesionales antes mencionadas, puede decirse que existen tres tipos de programas de formación. Se denominará en lo sucesivo formación en Física Tradicional a la que tiene por objetivo el desarrollo de un físico general o tradicional; Física Aplicada a la que se propone formar físicos para desempeñarse en aplicaciones de la Física en áreas de la ciencia, tecnología, ingeniería, etc., y formación en Física Educativa a la que prepara para la enseñanza de la Física a nivel medio. La Tabla 1 ofrece una síntesis de la situación por país. Los títulos que se otorgan a quienes se forman en Física Tradicional reciben las denominaciones de *Licenciado en Física* (Argentina, Bolivia, Chile, Cuba, Guatemala, Honduras, Perú y Venezuela), *Físico* (Colombia, Ecuador y México) o *Bacharel en Física* (Brasil). La formación en Física Aplicada en América Latina conduce también a diversas titulaciones, como ejemplifica la Tabla 2.

Los programas en Física Tradicional tienen por objetivo general formar profesionales que ejerzan su actividad en la sociedad respondiendo a sus demandas a través de la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la participación en la actividad productiva y de servicios, y la formación de recursos humanos a nivel superior universitario. Se caracterizan por incluir una formación básica en Física Teórica, Física Experimental y Matemática, con el fin de desarrollar competencias específicas en el ámbito de la investigación y sus aplicaciones. Los programas de formación de pregrado están diseñados para que el estudiante pueda continuar estudios de postgrado en los niveles de carrera de especialización, maestría y doctorado.

País	Física Tradicional	Física Aplicada	Física Educativa
Argentina	X	X	X ^a
Bolivia	X		X ^a
Brasil	X	X	X ^b
Chile	X	X	X ^b
Colombia	X	X	X ^a
Cuba	X	X	
Ecuador	X	X	X ^a
Guatemala	X		
Honduras	X		
México	X	X	X ^a
Perú	X	X	
Venezuela	X	X	X ^a

Tabla 1. Tipos de programas de formación en Física existentes en cada país.
 X^a Programas coordinados desde otras facultades, escuelas o departamentos.
 X^b Programas son coordinados desde los departamentos o escuelas de Física.

	Física Médica	Geofísica	Ingeniero Físico	Biofísico
Argentina	X	X		
Bolivia				
Brasil	X		X	
Chile			X	
Colombia			X	
Cuba			X	
Ecuador				X
Guatemala				
Honduras				
México			X	
Perú			X	
Venezuela		X		

Tabla 2. Ejemplos de áreas de formación y titulaciones en el campo de la Física Aplicada.

En la región existen tanto universidades estatales o públicas y universidades privadas que otorgan titulaciones en Física. Las unidades académicas responsables de estos programas en las universidades suelen también impartir enseñanza en asignaturas de Física en otros programas.

3. Informe sobre los resultados de la encuesta realizada acerca de competencias específicas de la disciplina

En la Tabla 3 y en la Tabla 4 se presentan las competencias específicas identificadas y los principales datos sobre la participación en la encuesta realizada, respectivamente. Para referirse a los académicos, empleadores, estudiantes y graduados que participaron en la encuesta se utilizarán en lo sucesivo las abreviaturas ACA, EMP, EST y GRA, respectivamente.

3.1 Sistematización de las Competencias Específicas

Alentados por los resultados del proceso de validación de las competencias, la hipótesis central del presente análisis, es que es posible sistematizar las veintidós competencias específicas en un esquema de categorías no excluyentes, ya que todas las competencias identificadas son interdependientes, y su realización implica una interrelación indispensable para el buen hacer profesional, haciendo que se influyan y modifiquen a medida que se avanza en su logro. La sistematización que se propone distingue tres categorías principales y dos subcategorías, a saber:

I. Competencias cognitivas: son aquellas que caracterizarían el conocimiento disciplinar del graduado que subyace en las competencias sistémicas;

II. Competencias metodológicas: son aquellas que caracterizarían el “saber hacer Física”, tanto teórica como experimentalmente. Estas a su vez podrían distribuirse en dos subcategorías:

- **Competencias instrumentales:** son aquellas que se identifican como una serie de habilidades y destrezas en el uso de los procedimientos aplicables al hacer científico.
- **Competencias sistémicas:** son aquellas que conllevan una interacción de elementos cognitivos y procedimientos, con altos niveles de complejidad.

III. Competencias laborales y sociales: son aquellas que integran las competencias metodológicas y las competencias genéricas, manifestándose en el actuar profesional, en interacción con los contextos en el que se ejerce tal actuación, y bajo la influencia de los valores personales y comunitarios.

En la Tabla 3 se propone una distribución de las competencias específicas para el graduado en Física en las categorías y subcategorías que constituyen el presente modelo.

Categoría	Competencias incorporadas a la Categoría
Competencias cognitivas	V06. Demostrar una comprensión profunda de los conceptos y principios fundamentales, tanto de la física clásica como de la física moderna. V07. Describir y explicar fenómenos naturales y procesos tecnológicos en términos de conceptos, principios y teorías físicas. V17. Buscar, interpretar y utilizar información científica. V21. Conocer y comprender el desarrollo conceptual de la física en términos históricos y epistemológicos. V22. Conocer los aspectos relevantes del proceso de enseñanza-aprendizaje de la física, demostrando disposición para colaborar en la formación de científicos.

Competencias metodológicas	Competencias sistémicas	<p>V01. Plantear, analizar y resolver problemas físicos, tanto teóricos como experimentales, mediante la utilización de métodos analíticos, experimentales o numéricos.</p> <p>V03. Construir modelos simplificados que describan una situación compleja, identificando sus elementos esenciales y efectuando las aproximaciones necesarias.</p> <p>V04. Verificar y evaluar el ajuste de modelos a la realidad, identificando su dominio de validez.</p> <p>V05. Aplicar el conocimiento teórico de la física en la realización e interpretación de experimentos.</p> <p>V08. Desarrollar argumentaciones válidas en el ámbito de la física, identificando hipótesis y conclusiones.</p> <p>V09. Sintetizar soluciones particulares, extendiéndolas hacia principios, leyes o teorías más generales.</p> <p>V10. Percibir las analogías entre situaciones aparentemente diversas, utilizando soluciones conocidas en la resolución de problemas nuevos.</p> <p>V11. Estimar el orden de magnitud de cantidades mensurables para interpretar fenómenos diversos.</p>
	Competencias instrumentales	<p>V02. Utilizar o elaborar programas o sistemas de computación para el procesamiento de información, cálculo numérico, simulación de procesos físicos o control de experimentos.</p> <p>V12. Demostrar destrezas experimentales y uso de métodos adecuados de trabajo en el laboratorio.</p>
Competencias laborales y sociales		<p>V13. Participar en actividades profesionales relacionadas con tecnologías de alto nivel, sea en el laboratorio o en la industria.</p> <p>V14. Participar en asesorías y elaboración de propuestas en ciencia y tecnología en temas con impacto económico y social en el ámbito nacional.</p> <p>V15. Actuar con responsabilidad y ética profesional, manifestando conciencia social de solidaridad, justicia, y respeto por el ambiente.</p> <p>V16. 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.</p> <p>V18. Comunicar conceptos y resultados científicos en lenguaje oral y escrito ante sus pares, y en situaciones de enseñanza y de divulgación.</p> <p>V19. Participar en la elaboración y desarrollo de proyectos de investigación en física o interdisciplinarios.</p> <p>V20. Demostrar disposición para enfrentar nuevos problemas en otros campos, utilizando sus habilidades y conocimientos específicos.</p>

Tabla 3: Sistematización de las competencias específicas para el graduado en Física de acuerdo al presente estudio.

3.2 Informe sobre los resultados de la encuesta realizada acerca de competencias específicas de la disciplina

En adelante, para referirse a las competencias específicas identificadas se utilizará como abreviatura el primer verbo y su calificativo. Las veintidós competencias de la Tabla 3 han sido consideradas bastante importantes. Los coeficientes de correlación, que se presentan en la Tabla 5, indica una alta concordancia entre las opiniones de los cuatro grupos encuestados, siendo máxima entre ACA y GRA y mínima entre EMP y EST.

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	18	100

Tabla 4. Número de respuestas recibidas en la encuesta por país y por grupo consultado.

3.2.1 Análisis de importancia

Luego de un análisis estadístico, que contempla el estudio de la correlación entre las respuestas de los 4 grupos, en lo que se refiere al grado de importancia, se usó una metodología de rangos (Ver apéndice A). Los rangos tratan de cambiar los intervalos de confianza obtenidos en la primera parte del cuestionario y las medias de la variable rango. Se desarrolló entonces un orden global de importancia para todas las competencias, el cual se presenta en la Tabla 5.

Categoría	Competencias
A	1º) V01 (Plantear, analizar y resolver problemas...) 2º) V05 (Aplicar el conocimiento teórico...) y V06 (Demostrar una comprensión profunda...) 3º) V03 (Construir modelos simplificados...); V15 (Actuar con responsabilidad...) y V16 (Demostrar hábitos de trabajo...)
B	4º) V02 (Utilizar o elaborar programas...); V04 (Verificar y evaluar el ajuste de modelos...); V07 (Describir y explicar fenómenos...) 5º) V17 (Buscar, interpretar y utilizar información...); V18 (Comunicar conceptos...); V19 (Participar en la elaboración ...)
C	6º) V12 (Demostrar destrezas experimentales...); V13 (Participar en actividades profesionales...); V20 (Demostrar disposición...) 7º) V08 (Desarrollar argumentaciones...); V09 (Sintetizar soluciones...); V10 (Percibir las analogías); V11 (Estimar el orden de magnitud..).
D	8º) V14 (Participar en asesorías...); V22 (Conocer los aspectos relevantes del proceso de enseñanza-aprendizaje..). 9º) V21 (Conocer y comprender el desarrollo conceptual...).

Tabla 5. Competencias específicas en un orden global de importancia desarrollado mediante el procedimiento que se describe en el texto.

3.2.2 Análisis del grado de realización

El grado de realización de todas las competencias fue evaluado en general más bajo que los grados de importancia. Sólo una de las competencias, la V01 (Plantear, analizar y resolver problemas...) fue evaluada por los cuatro grupos con una media de realización superior a 3. Los coeficientes de correlación indican que la concordancia de opiniones es alta, siendo máxima entre EST y GRA y mínima entre EMP y EST.

El análisis de las medias para cada grupo indica que la(s) competencia(s):

- a) V01 (Plantear, analizar y resolver problemas...), V06 (Demostrar una comprensión...), V16 (Demostrar hábitos de trabajo...) y V17 (Buscar, interpretar y utilizar información...) están entre las seis más realizadas para todos los grupos encuestados; V05 (Aplicar el conocimiento teórico...) se cuenta entre las seis más realizadas para los ACA, EST y GRA;
- b) V08 (Desarrollar argumentaciones válidas...) fue ubicada entre las más realizadas por los ACA y EST; V11 (Estimar el orden de magnitud...) por los GRA y EMP; V15 (Actuar con responsabilidad y ética...), está en las primeras posiciones sólo para los EMP;
- c) V13 (Participar en actividades profesionales...), V14 (Participar en asesorías...), V19 (Participar en la elaboración y desarrollo de proyectos...) y V21 (Conocer y comprender el desarrollo conceptual...) están entre las seis menos realizadas para todos los grupos encuestados; V20 (Demostrar disposición para enfrentar nuevos problemas...) se encuentra en esta posición para los ACA, GRA, EMP; la V22 (Conocer los aspectos relevantes del proceso de enseñanza-aprendizaje...) para los ACA, EST y EMP; V02 (Utilizar o elaborar programas...) está entre las menos realizadas para los EST y GRA.

La encuesta mostró también la existencia de diferencias sistemáticas en la valoración por parte de los grupos del grado de realización. En particular, la valoración por parte de

- a) los ACA es menor que la de los demás grupos, con tres excepciones, de las cuáles sólo es significativa la representada por la competencia V02 (Utilizar o elaborar programas...);
- b) los GRA es en general más alta, con cinco excepciones, a saber, la realización de las competencias V02 (Utilizar o elaborar programas...), V11 (Estimar el orden de magnitud...), V13 (Participar en actividades profesionales...), V14 (Participar en asesorías...), y V15 (Actuar con responsabilidad y ética...) fue evaluada más alto por los EMP.

3.2.3 Análisis de la relación entre importancia y realización

Esta relación puede analizarse convenientemente mediante la Figura 1. El análisis indica, en particular, que la(s) competencia(s):

- a) V19 (Participar en la elaboración y desarrollo de proyectos...) fue considerada importante y poco realizada por todos los grupos encuestados;
- b) V04 (Verificar y evaluar el ajuste de modelos...) es importante y poco realizada para los ACA, EST y EMP;
- c) V02 (Utilizar o elaborar programas...), V12 (Demostrar destrezas experimentales...), V18 (Comunicar conceptos...) y V20 (Demostrar disposición para enfrentar nuevos problemas...) fueron consideradas importantes y poco realizadas por al menos dos grupos;
- d) V21 (Conocer y comprender el desarrollo conceptual...) fue considerada con una baja realización, siendo también baja la importancia que le asignan todos los grupos; algo similar ocurre con la competencia V14 (Participar en asesorías...).

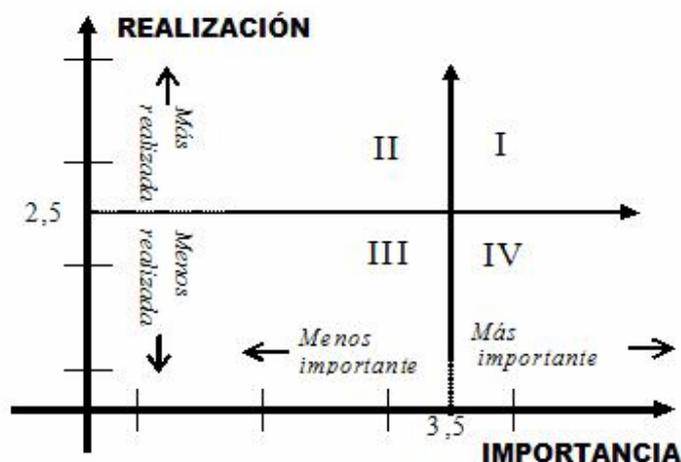


Figura 1. Definición de cuadrantes para el análisis de la relación entre importancia y realización

4. Reflexiones sobre enseñanza, aprendizaje y evaluación de las competencias genéricas y específicas.

Se decidió realizar un análisis exploratorio centrado en las competencias específicas que representan a dos de las categorías representadas en la **Tabla 3**.

4.1 Reflexiones sobre enseñanza y aprendizaje de las competencias cognitivas

La competencia V06 (Demostrar una comprensión...), que fue valorada como la segunda más importante, puede considerarse como el núcleo del grupo de competencias cognitivas. Por ello, el presente análisis se centra en esta competencia específica, sin olvidar sus interrelaciones con las demás competencias. Esta competencia fue definida en la Reunión de Costa Rica como el dominio del cuerpo de conocimientos teóricos básicos que constituyen la disciplina, que son típicos del nivel de pregrado, y que se realizan mediante un conjunto de asignaturas obligatorias, cuyos contenidos son similares en todos los programas de estudio en cualquier país. El dominio de dichos conocimientos se manifiesta también en las otras competencias específicas incluidas en el modelo, por ejemplo, en la competencia V07 (Describir y explicar fenómenos...), la cual puede, a su vez, reformularse como la capacidad de interpretar los fenómenos aplicando las herramientas conceptuales que brinda la Física.

4.1.1 Consideraciones epistemológicas y cognitivas sobre la enseñanza de la Física

En las últimas décadas se ha iniciado un debate profundo sobre la enseñanza de los contenidos conceptuales de esta disciplina, y en general de las ciencias experimentales, teniendo en cuenta tanto la Filosofía e Historia de las Ciencias como los hallazgos de la Psicología Cognitiva y del Desarrollo. Las posiciones enfrentadas son muchas, debido a la complejidad de las cuestiones y a la diversidad de perspectivas desde las cuales se afrontan. Sin embargo, existen acuerdos importantes entre los estudiosos del tema, por ejemplo sobre la importancia de hacer de los alumnos, individual y colectivamente, participantes activos de su propio proceso de aprendizaje. Los intentos de lograr el llamado cambio conceptual, la resolución de los conflictos entre el pensamiento común y el pensamiento científico, que enfatizan unilateralmente el trabajo independiente de los alumnos en el laboratorio y la llamada enseñanza por descubrimiento han sido decepcionantes. Esto no significa que sea preciso volver a (o mantenerse en) una enseñanza puramente verbal; como veremos, la tendencia actual para la práctica docente en Física apunta a la revalorización de la dimensión experimental de la formación científica y su integración a la dimensión teórica y matemática.

4.1.2 Consideraciones sobre el aprendizaje a través de problemas y planteo de modelos

Otro aspecto de la enseñanza y aprendizaje en ciencias que ha recibido especial atención de los especialistas es la investigación en la *resolución de problemas*, que nos remite a otra de nuestras competencias específicas, V01 (Plantear, analizar y resolver problemas...) — precisamente la destacada como más importante en la encuesta—. También se ha encontrado que los esfuerzos que los profesores suelen invertir en resolver problemas típicos y en exigir de los alumnos un trabajo independiente con el mismo objetivo no se traducen por lo general en el logro de mayores competencias de resolución de problemas y comprensión conceptual. Nuevamente, esta constatación indica la necesidad de revisar el enfoque tradicional de los cursos teóricos en el currículo.

Actualmente tiende a imponerse el enfoque del aprendizaje de los conceptos y teorías de la Física, así como la resolución de problemas, en términos del desarrollo de habilidades de modelación. Este enfoque entronca el aprendizaje de la competencia en discusión directamente con el de otras competencias específicas, en especial las competencias V03 (Construir modelos...) y V04 (Verificar y evaluar el ajuste de modelos...). En particular, esto requiere llevar a los alumnos a concebir la Física como un arte de modelación, y facilitarles la adquisición de una red de elementos conceptuales, que actualmente no suele ser objeto de enseñanza tales como los componentes de un modelo físico, los diferentes tipos de modelos conceptuales y modelos mentales —idealización de un péndulo como un objeto puntual colgado mediante una cuerda sin masa, etc.—; modelos matemáticos —la ecuación diferencial del péndulo simple—; modelos pictóricos o mapas —las gráficas y descripciones icónicas que representan de diversas maneras la estructura y el movimiento del péndulo—; las interrelaciones entre los modelos que se pueden desarrollar para un mismo sistema —distintos tanto según el tipo de modelo, como en las idealizaciones realizadas—; el uso de modelos para predecir y explicar; etc.

4.2 Reflexiones sobre enseñanza y aprendizaje de las competencias metodológicas

El análisis que sigue se concentra en las competencias V05 (Aplicar el conocimiento teórico...) y V12 (Demostrar destrezas experimentales...), que por su impacto en la formación experimental de un físico son consideradas representativas de esta categoría.

4.2.1 Factores que afectan la realización de estas competencias

Estas competencias marcan una diferencia fundamental entre la formación en Física y prácticamente todas las demás disciplinas, con la excepción de la Química y en cierta medida con algunas de las ingenierías. La necesidad de realización de estas competencias, hace que la carrera de Física requiera de inversiones en infraestructura y equipamiento relativamente altas, que generalmente no se logran. Sin embargo, este no es el único factor que afecta la realización de las competencias seleccionadas. En efecto, el estudio realizado por el Grupo de Física sugiere que es importante tener en cuenta que

- a) la mayoría de los mejores estudiantes que ingresan a estudiar programas de Física, prefieren la Física Teórica a la Física Experimental. Esto probablemente es consecuencia de que los profesores de Física frecuentemente muestran esa misma preferencia. Esto puede deberse al rol muy reducido que tiene la Física Experimental en la enseñanza media, debido tanto a la escasez de recursos, como a la falta de preparación de los profesores. Otros aspectos que tienen incidencia en el surgimiento de vocaciones científicas, como el hecho de que la vida y obra de los grandes físicos experimentales suele no ser suficientemente divulgada, también pueden contribuir en la misma dirección;
- b) con frecuencia, las clases de laboratorio son experimentadas por los alumnos como poco motivadoras. Este problema puede deberse, al menos en algunos casos, a la obsolescencia de los equipos, y en otros, al que las prácticas suelen consistir en la consecución de determinadas orientaciones experimentales previamente determinadas en una guía;
- c) la carencia de laboratorios adecuados ha llevado en ocasiones a recurrir a los llamados laboratorios virtuales. Sin embargo, ésta no puede considerarse sino una solución

- aparente del problema. En efecto, si bien la computación constituye hoy un ingrediente clave para la experimentación en Física, el manejo de equipamiento real es insustituible para el logro, por parte de los alumnos, de las destrezas, métodos de trabajo y actitudes apropiadas para el desempeño en el laboratorio;
- d) en los países con menos desarrollo, se ha notado una proporción particularmente alta de físicos teóricos. Esto influye en la percepción de la Física y de los físicos, que pueden ser percibidos como una ciencia poco aplicada, y como profesionales con una utilidad social limitada, respectivamente. Por el contrario, en países marcados por el desarrollo tecnológico se encuentran espacios para la inserción profesional, donde el trabajo del físico experimental puede lograr una mayor visibilidad y valoración social.

4.2.2 Propuestas y recomendaciones para el mejoramiento

Con el fin de contribuir a la realización de las competencias seleccionadas se considera necesario que:

- a) los programas de estudio procuren un balance adecuado en la formación en Física Experimental y Teórica;
- b) en las asignaturas de laboratorio se tienda constantemente hacia el diseño de nuevos experimentos y a la actualización de los existentes;
- c) en las asignaturas que se dictan exclusivamente en el aula, se tienda a articular los trabajos prácticos “de lápiz y papel” con actividades que se realizan en los laboratorios u otras, que eviten que el alumno llegue a creer que existen “dos físicas”;
- d) el rol de los estudiantes en la clase de laboratorio sea más activo: el trabajo debería basarse en orientaciones mínimas por parte del profesor, para estimular en el alumno la percepción del laboratorio como de un espacio abierto a la indagación, en un marco de libertad intelectual y práctica para proponer, decidir y ensayar. Esto requiere de un diseño diferente de las actividades y del rol de los docentes;
- e) se cuente con espacios de formación adecuados para el análisis de casos de Historia de la Ciencia, que permitan comprender con mayor claridad el rol del experimento en la Ciencia Moderna, en general, y en la Física en particular. También sería recomendable implementar espacios de formación superior acerca del rol que tienen las técnicas de medición e instrumentación avanzada en el desarrollo actual de la Tecnología, y a su vez, el impacto tecnológico sobre la misma ciencia.

5. Conclusiones

5.1 Acerca de los programas de formación de pregrado en Física en América Latina

Comparando el contexto descrito en el presente Informe con el correspondiente a los países europeos participantes en el área Física del Proyecto Tuning, se encuentran semejanzas y diferencias entre los programas de formación y en las titulaciones. Las semejanzas se pueden atribuir a características particulares de la disciplina, mientras que las diferencias parecen originarse en la decisión, tomada en Europa, de constituir un espacio común de Educación Superior, de una manera paralela a la integración económica y social en la Unión Europea. América Latina se encuentra aún realizando los primeros pasos hacia la integración, lo cual se refleja en la disparidad de los sistemas y en las políticas educativas. A pesar de esta diversidad de contextos, dejando de lado los programas de formación de educadores en Física, se observa una tendencia hacia una diferenciación progresiva entre dos grupos claves de formación y de titulaciones. Por una parte, una formación en Física Tradicional, basada en programas cuya duración, y titulaciones otorgadas varían de país a país, y por otra parte, programas de formación en Física Aplicada, correspondientes a una multiplicidad de carreras de reciente creación, las cuales buscan responder a las múltiples necesidades que emergen de los procesos de desarrollo y crecimiento económico de cada uno de los países latinoamericanos.

5.2 Acerca de los resultados de la encuesta y sus implicaciones

Una conclusión importante del presente estudio, es que el modelo de competencias específicas para el profesional latinoamericano en Física propuesto por el Grupo de Trabajo (Tabla 3), ha

sido validado. En efecto, las competencias propuestas fueron valoradas en promedio por todos los grupos consultados por encima de 3, salvo la competencia V21 (Conocer y comprender el desarrollo conceptual...). La competencia V01 (Plantear, analizar y resolver problemas...) ha sido considerada como la competencia más importante y con el mayor grado de realización. Esto sugiere, en primera instancia, que las universidades de América Latina están esforzándose en lograr los objetivos educacionales relacionados con la formación básica en Física. Por otra parte, dos de las competencias consideradas importantes pero poco realizadas, a saber, la competencia V04 (Verificar y evaluar el ajuste de modelos...) y la V19 (Participar en la elaboración y desarrollo de proyectos...) aluden no tanto a la adquisición de conocimientos básicos, cuanto al ajuste de modelos a la realidad y al desarrollo de proyectos de investigación. A la luz de estos resultados parece natural preguntarse si esta discrepancia entre importancia y realización podría interpretarse como indicador que la conexión entre la universidad y la realidad socioeconómica y tecnológica es percibida como deficiente. En el mismo sentido, cabe preguntarse si sería conveniente impulsar nuevas formas de actualización tecnológica del cuerpo docente de las universidades latinoamericanas, y alentar una mayor exposición de los académicos a la problemática socioeconómica de sus países y de América Latina.

5.3 Acerca de las posibles aplicaciones del presente modelo

Los resultados obtenidos han inspirado dos grandes expectativas. La primera es la posibilidad de utilizar el modelo construido en el presente trabajo como guía y orientación para las universidades de América Latina en el análisis, diseño e implementación del currículo de formación en Física. Esto se origina en que el modelo permite tratar de un modo más eficiente aspectos tales como la caracterización del perfil de egreso de los graduados en Física, aportando descripciones más claras de lo que se puede esperar de un graduado en el inicio de su profesión.

La segunda expectativa, vinculada a la primera, es que el presente modelo pueda servir de referencia para el análisis y reformulación de los objetivos de aprendizaje, durante el diseño de los programas de formación de físicos. En ese sentido, los resultados del presente estudio indican claramente que la formación conceptual profunda en Física constituye una componente de la mayor importancia en el programa de formación de un físico, pero asigna un rol relevante a la formación de los futuros graduados para su participación en actividades profesionales que no se limiten exclusivamente a la investigación en Física, sino también en aquellas vinculadas a la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico.

APENDICES

A) Rangos de importancia

El instrumento incluyó también la metodología de rangos. Para cada competencia se identificaron las posiciones que ocupan en cada grupo encuestado según ambas medias, asignando así una serie de cuatro pares de números de orden a cada competencia. Para sistematizar y condensar esta información se crearon cuatro categorías, a saber, A (competencias ubicadas en las posiciones 1ª a 6ª en ambas ordenaciones de acuerdo al grupo en cuestión); B (competencias ubicadas en las posiciones 1ª a 12ª en ambas clasificaciones, estando al menos en una de ellas entre las posiciones 7ª a 12ª); C (competencias ubicadas por debajo de la posición 18ª en ambas ordenaciones, estando al menos en una de ellas entre las posiciones 13ª a 18ª) y D (competencias ubicadas en las posiciones 19ª a la 22ª en al menos una de las dos ordenaciones). Posteriormente se determinó el número de veces que cada competencia se ubica en cada una de estas categorías, considerando los cuatro grupos. Al