



ANÁLISIS DEL CURSO DEL LABORATORIO DE FÍSICA I DESDE EL ENFOQUE DE LA COMPETENCIA INVESTIGATIVA

Ana Elvia Francisco Solano, Leonor Pérez Trejo, Luz María de Guadalupe González Álvarez,
Gabriela L. Rueda Morales.

Departamento de Física de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN,
vida_despuesdeti@hotmail.com, leopt@esfm.ipn.mx, luzmagpe@prodigy.net.mx,
garuedamo@gmail.com

RESUMEN

En este trabajo se analiza el curso de laboratorio de Física I (Mecánica) bajo la perspectiva de la competencia investigativa, donde se busca identificar cuáles de los aspectos de la competencia (epistemológico, metodológico, cognitivo, lingüístico y ético) se están llevando a cabo en el laboratorio a nivel piloto y cuales es necesario fomentar más para alcanzar un aprendizaje integral en esta área. En la mayoría de los casos hubo una identificación favorable de casi todos los aspectos de la competencia, se identifica que ambos grados de apertura, de la práctica y del estudiante son pequeños. Las condiciones bajo las cuales se llevó a cabo el curso, sí apoyaron a fomentar, en distinta medida, todos los aspectos de la competencia. Mayormente los aspectos lingüísticos y cognitivos, se identificaron constantemente en el análisis de resultados. Y, aunque en menor medida, también el epistemológico, pues regularmente este aspecto no se fomenta en los cursos normales.

Para alcanzar un aprendizaje significativo se propone ampliar el grado de apertura de la práctica para así dar paso a un grado de participación mayor en los estudiantes, de esta forma tendrían mayor oportunidad de participar e involucrarse en la actividades de cada práctica y potencializar todos los aspectos de la competencia.

1. INTRODUCCIÓN

Una preocupación que está presente en la mayoría de los profesores es el hecho de que algunos estudiantes, en quienes se pueden observar actitudes genuinas de esfuerzo e interés por aprender, poco a poco se van quedando rezagados en el avance de los cursos. En este trabajo, más que analizar posibles causas de éste fenómeno, se trata de poner a prueba una forma de trabajar que permita a todos los estudiantes avanzar en su aprendizaje. Se parte de una premisa: Cada persona es diferente y por ello tiene diferentes necesidades formativas, y aunque algunas de estas necesidades se pueden generalizar, existen otras específicas que presenta un número reducido de estudiantes. De acuerdo con Perrenoud, la preocupación por ajustar la enseñanza a las características individuales no nace solamente del respeto hacia las personas y del sentido común pedagógico, sino que también forma parte de una exigencia de igualdad, de lo contrario se transforman las desigualdades iniciales ante la cultura en desigualdades de aprendizaje y, más tarde, de éxito escolar. Efectivamente basta con ignorar las diferencias para que la misma enseñanza propicie el éxito de los estudiantes más favorecidos y el fracaso de los que disponen de menos recursos [1].

Por otro lado se tiene que el sistema educativo mexicano actualmente propone un currículo con un enfoque basado en competencias para todos los niveles educativos, lo que según Moreno ha causado ámpulas en diversos sectores y grupos de investigación educativa [2], sin embargo, se decidió tomar algunos elementos de este enfoque, en particular la construcción de estándares e



indicadores que permitan regular el proceso educativo, con el objetivo de atender a la diversidad de ritmos de aprendizaje y de recursos culturales de los estudiantes, ya que estos elementos permiten realizar una evaluación proactiva de manera continua, mediante la cual se puede realizar un proceso de regulación de los aprendizajes de los estudiantes, en el que ellos mismos participen. El término “regulación”, se está utilizando en el sentido de “adecuación de los procesos utilizados por el profesorado a las necesidades y dificultades que encuentra el alumnado en su proceso de aprendizaje, pero también de autorregulación por el mismo estudiante de este proceso a fin de que vaya construyendo un modelo personal de aprender y lo mejore progresivamente” [3].

La pregunta de investigación que ha guiado este trabajo es: ¿Cuáles aspectos de la competencia investigativa se ven favorecidas y cuáles se requiere fomentar más en el primer curso de laboratorio de Física de la Escuela Superior de Física y Matemáticas (ESFM) del Instituto Politécnico Nacional? Para definir etapas en la búsqueda de una respuesta, se plantearon algunas preguntas secundarias: ¿Cómo desglosar la competencia investigativa para analizar el desarrollo de la misma en un curso de laboratorio de física? A partir del desglose, ¿qué elementos de dicha competencia son indispensables en la formación de un físico? ¿Qué hacer ante la diversidad cultural de los estudiantes en dicho curso? Ante estos cuestionamientos, se realizó el diseño y la puesta a prueba a nivel piloto, de una estrategia para atender a los estudiantes, tomando en cuenta su diversidad de ritmos de aprendizaje y de recursos culturales, en el primer curso de laboratorio de Física de la ESFM, tomando como base la competencia investigativa [4], la cual se desglosó en diversos aspectos, a partir de los cuales se realizó una evaluación del posible desarrollo de éstos en los estudiantes de la ESFM [5], se elaboró una estructura para secuenciar las competencias que ha de desarrollar un físico, relacionadas con el trabajo experimental [6], de acuerdo con el proyecto Tuning Latinoamericano [7], y se puso a prueba la pedagogía del contrato didáctico [8].

2. TEORÍA

La investigación es un proceso que implica, además del uso del conocimiento, el enriquecimiento del mismo, la creatividad para abrir caminos, aplicaciones o generalizaciones novedosas. Por ello la competencia investigativa incluye una gran cantidad de conocimientos, habilidades, destrezas, valores y actitudes que han de utilizarse de manera conjunta durante el proceso de generación de conocimiento. Así, para estudiar la competencia investigativa con miras a la formación de estudiantes en el campo de la ciencia, se ha desglosado en varios aspectos: El aspecto epistemológico, que involucra la evolución de las ideas de los estudiantes acerca de la naturaleza de la ciencia y su método; el aspecto metodológico, que incluye todas las habilidades y destrezas requeridas para el campo de la ciencia en estudio; el aspecto lingüístico, que se refiere al conocimiento y uso del lenguaje especializado del área científica correspondiente; el aspecto cognitivo, en el cual se trabaja lo relacionado con la toma de decisiones y la resolución de problemas, incluyendo contenidos actitudinales, como por ejemplo la regulación de las emociones y su uso ante una situación problemática; y el aspecto ético, tanto en lo personal, como en lo profesional. En una investigación antecedente se identificó que durante su paso por la licenciatura, al comparar la evaluación del desempeño de los estudiantes en los aspectos mencionados, en dos grupos clase, uno de reciente ingreso y otro por egresar, un 98 % han desarrollado aspecto metodológico, pero en los demás aspectos, el desarrollo ha sido menor, principalmente en el ético. Esto se puede explicar si suponemos el hecho de que la docencia se realiza aún, en gran medida, como una clase magistral, en la que los estudiantes realizan pocas actividades de aprendizaje. Esta situación podría estar privilegiando el aprendizaje conceptual, a costa de los otros aprendizajes [5]. Para enfocar los aspectos de la competencia investigativa al área de estudio, en este caso la física, se consultó el proyecto Tuning Latinoamericano, en el cual se encuentran los conocimientos que los expertos han expresado como indispensables para cada una de las profesiones más conocidas [7].



El desarrollo de la competencia investigativa en los aspectos mencionados, encuentra un campo fértil en los cursos de laboratorio, para lo cual es recomendable utilizar alguna estrategia que promueva la construcción natural del conocimiento. [6] La fundamentación didáctica que se propone encuentra sus raíces en la idea de aprendizaje significativo de Ausubel, el cual parte de los conocimientos e intereses del estudiante, de manera que las ideas aprendidas puedan integrarse en la estructura conceptual del estudiante, con actividades que tengan sentido para ellos [9].

3. METODOLOGÍA

A partir de la propuesta de estructura secuencial de 7 competencias que ha de desarrollar un físico, relacionadas con el trabajo experimental y de la experiencia de trabajar con actividades abiertas que incentiven el aprendizaje natural del conocimiento [7], el curso que se pretende analizar, se llevó a cabo bajo algunas condiciones diferentes a las que establece el programa oficial [10]. Estas diferencias son en cuanto al orden y contenido del programa así como en la forma de trabajo en el laboratorio. Para empezar hay una diferencia en el número de prácticas pues en el programa actual se tienen registradas ocho prácticas que a su vez cuentan con varios experimentos, cuyo número puede llegar hasta cinco.

En el curso de estudio se llevaron a cabo diez prácticas, donde los experimentos a realizar no eran más de dos por sesión. Se realizaron dos prácticas diferentes a las que se proponen en el programa actual, con el objetivo de reforzar ciertas habilidades en los estudiantes. En cuanto a la forma de trabajo, se fomentó una mayor participación de los estudiantes, considerando sus propuestas y estrategias para llevar a cabo el experimento. Por otro lado en la dinámica de la clase se implementó la identificación de ideas previas de los estudiantes en el transcurso de la exposición de los temas teóricos y durante la manipulación y análisis de los datos experimentales.

El concepto de competencia investigativa se emplea para designar al conocimiento especializado que permite al estudiante diseñar, poner en práctica y evaluar proyectos de investigación. Debido a la complejidad de esta, se divide en cinco aspectos: epistemológico, metodológico, lingüístico, cognitivo y ético [4]. Cada aspecto de esta competencia enmarca un conjunto de habilidades que se requieren para un conocimiento especializado, en todas las ciencias, en el caso particular de este trabajo, de la física experimental.

Para la recopilación de datos se hizo uso de instrumentos como la observación participante, la bitácora, registro de audio y video y cuadernos de los estudiantes.

4. RESULTADOS

La competencia investigativa se divide en cinco aspectos, existen estándares e indicadores que ayudan a identificarlos en una cierta actividad. En la tabla 1 se muestran los estándares e indicadores para cada uno de los aspectos.

Como se había mencionado en las secciones anteriores, el tema básico del curso de Laboratorio de Física 1 en la ESFM es la Mecánica. En particular, en el curso que se analizó se llevaron a cabo 10 prácticas. Cada una de ellas se diseñó de tal forma que promoviera el aprendizaje natural y a partir de esa estrategia identificar los diferentes aspectos de la competencia investigativa.

En este trabajo solo presentaremos el análisis de una de las actividades que los alumnos realizaron, comenzaremos con describirla y después se detallará cada uno de los aspectos de la competencia investigativa que los alumnos desarrollaron. La actividad que se eligió como ejemplo corresponde a la número nueve de diez y nos pareció la más significativa para mostrar.



Tabla 1.- Aspectos de la Competencia Investigativa, sus estándares e indicadores

Competencia Investigativa		
Aspectos	Estándares	Indicadores
Epistemológico	<p>Comprender que las disciplinas científicas difieren entre sí en conceptualización, técnicas utilizadas y resultados observados, pero comparten un propósito y filosofía comunes, pero todas son parte de la misma empresa científica.</p> <p>Reconocer que el origen y validación de cualquier hipótesis, se basa en observaciones experimentales</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Distingue las características esenciales de la ciencia. - Identifica a las aportaciones experimentales como modelos que explican las regularidades de la Naturaleza. - Diferencia las hipótesis observacionales de las especulativas. - Comprende la necesidad de realizar observaciones sistemáticas
Metodológico	<p>Manipular, de manera adecuada, materiales, equipo e instrumentación, de no ser así, aprender el empleo adecuado, siguiendo instrucciones de manuales o recabándolas de un usuario conocedor.</p> <p>Llevar a cabo los procedimientos de laboratorio implicados en la resolución de problemas experimentales propios del área.</p> <p>Observar y realizar seguimiento y medida de propiedades físicas, eventos o cambios, y el registro sistemático y fiable de la documentación correspondiente.</p> <p>Localizar fuentes de incertidumbre y de error y optar por hacer los cambios necesarios como repetición de mediciones.</p> <p>Realizar valoraciones de riesgos relativos a los procedimientos de laboratorio, así como aplicar medidas de seguridad para prevenir accidentes en el entorno y/o para enfrentar desastres que afecten su vida cotidiana</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Optimiza el alcance de los instrumentos de medición. - Utiliza el equipo de acuerdo con el manual respectivo. - Realiza montajes cuidando la integridad de los elementos usados. - Elige los materiales y equipo coherentes con el problema experimental. - Ajusta y/o calibra cuando lo requiere el equipo. - Utiliza un diario de laboratorio y realiza anotaciones suficientes para caracterizar el experimento. - Organiza los datos en tablas y elabora gráficas de manera inmediata a la toma de datos. - Consulta al técnico o al profesor titular para complementar información. - Identifica posibles fuentes de error e incertidumbre. - Modifica su procedimiento para minimizar el error, como realizar repeticiones para reducir la incertidumbre. - Sigue las medidas de seguridad e higiene, como utilizar el equipo de seguridad de personal para el laboratorio. - Indaga anticipadamente acerca de los posibles riesgos y obedece ante indicaciones de posible riesgo.
Lingüístico	<p>Producir tablas y gráficas; hacer operaciones a través de datos experimentales.</p> <p>Propiciar el diálogo entre los elementos del equipo que facilite el logro del objetivo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Muestra una actitud proactiva. - Aporta ideas al grupo, de ser necesario incluye las ideas enriquecedoras de los demás - Escucha con atención y realiza críticas constructivas a sus compañeros. - Participa en las actividades con el grupo. - En las gráficas, incluye las etiquetas de cada variable y sus unidades de medición. - Transfiere sin error los datos del instrumento a la tabla y a su vez estos a la gráfica. - Realiza los trazos con precisión. - Utiliza los datos sin error, para realizar operaciones
Cognitivo	<p>Distinguir e identificar los procesos involucrados en un experimento.</p> <p>Discriminar, en base a un análisis inmediato, los resultados experimentales anómalos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Identifica las variables involucradas en el experimento. - Detalla el experimento lo suficiente para asegurar, en lo posible, la reproducibilidad. - Distingue la tendencia de los puntos y realiza la interpretación de las variables involucradas. - Identifica los datos anómalos.
Ético	<p>Reconocer que la curiosidad, la honestidad, la receptividad y el escepticismo se consideran benéficos en la ciencia y que es valioso cuando lo muestran los demás.</p> <p>Aplicar normas de seguridad e higiene para disminuir riesgos y daños a sí mismos y a la naturaleza, en el uso y manejo de sustancias, instrumentos y equipos en cualquier contexto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Muestra aprecio por la honestidad. - Reconoce el valor del escepticismo científico. - Muestra complacencia ante la vivencia de estos valores en otras personas. - Obedece las normas de seguridad e higiene. - Utiliza con precaución todos los materiales y equipos.



Descripción de la actividad “Medición de distancias y tiempos para un sistema de dos masas sobre un riel de aire”:

En esta sesión se estudió el comportamiento de dos masas unidas por una cuerda, en un sistema sin fricción. Una de estas masas recorría cierta distancia sobre el riel al ser jalada por el peso de la otra que estaba suspendida.

Sobre el riel de aire se colocó un deslizador el cual tenía un chispeador, el cual se ajustó a cierta frecuencia de tal forma que emitiera una chispa cada cierto tiempo y así se marcara en la cinta de papel que se colocó previamente sobre el riel. Al deslizador se le unió una pesa con un hilo de tal forma que al suspenderla ésta lo deslizara junto con el chispeador y así se marcaran puntos sobre la cinta.

En esta actividad los temas que se abarcan son los siguientes: Movimiento uniforme acelerado, mediciones e incertidumbres, Construcción de gráficas, Análisis gráfico de datos experimentales, Ajuste de datos (modelo no lineal: 2° orden), Interpretación física de constantes obtenidas en el ajuste, Identificación del diagrama de cuerpo libre del sistema de dos masas y su solución analítica.

Aspectos de la Competencia Investigativa observados en la actividad “Medición de distancias y tiempos para un sistema de dos masas sobre un riel de aire”:

Metodológico

En el desarrollo experimental, a estas alturas del curso, los estudiantes ya identificaban las fuentes de incertidumbre y se observó que a la hora de leer las mediciones en los instrumentos se tenía cuidado para no caer en una de las fuentes de incertidumbre: de paralaje, ya que tenían cuidado de estar completamente de frente al instrumento al momento de la lectura de la medición. También se observó que adquirieron práctica en las estrategias de investigación, considerando la repetición de mediciones, ya que, descartaron algunos datos debido a que, en una parte del experimento, se dieron cuenta que no tuvieron control en éste, y consideraron necesario volver a repetirlo para reducir así el valor de la incertidumbre a la hora de presentar los resultados.

Lingüístico

En la parte experimental se observó que realizaron colaborativamente: encender y apagar los aparatos utilizados, como la compresora; verificación de que el sistema de las masas no se saliera del carril destinado para su movimiento. Por otra parte a través de la comunicación se realizó un recordatorio de la información que se tenía de los tipos de mediciones, así como sus respectivas incertidumbres, a manera de recapitulación.

También se identifica este aspecto, antes de realizar el ajuste, ya que se realizaron tablas y gráficas que posteriormente se utilizaron como punto de partida para la propuesta de la función que mejor modelaría los datos experimentales. Durante este proceso se pudo observar que la comunicación se dio, utilizando el lenguaje técnico de laboratorio para dar respuesta a la pregunta ¿Cómo hacer una buena gráfica? de tal forma que se llegaron a establecer ciertos criterios al realizarlas, así como mejorarlas.

Cognitivo

Para la construcción de las tablas y gráficas que se mencionan en la columna anterior, fue indispensable primeramente, que los estudiantes identificaran las variables involucradas en el experimento para una graficación correcta de estas, y posteriormente para la interpretación física de las constantes. Cabe mencionar que el ajuste de datos fue a un modelo no lineal, por lo que se requirió que los estudiantes realizaran operaciones con los datos, recordaran y aplicaran sus conocimientos previamente adquiridos de los ajustes. Todo esto con el fin de encontrar la ecuación que modela el experimento así como la realización de la interpretación física de de los parámetros y así encontrar la aceleración de una de las masas involucradas en el sistema. También se realizó



grupalmente un desarrollo analítico del sistema que se tenía, para obtener el valor de la aceleración de la masa.

Ético

En la parte experimental se observó el apoyo tanto de los propios miembros de cada equipo como de algunos compañeros externos a estos, y se repitió una medición de datos, que no arrojó los datos claros, para reducir así el valor de la incertidumbre a la hora de presentar los resultados.

Se puede observar que se presentó una actitud solidaria y de honestidad científica.

5. CONCLUSIONES

Los aspectos de la competencia que se ven más favorecidos son el metodológico y el cognitivo, se requiere fomentar más el epistemológico, el lingüístico y el ético, también trascendentes en la formación de un físico. Para atender las necesidades formativas ante la diversidad cultural de los estudiantes, se identificó que propiciando el aprendizaje natural, a partir de problemas experimentales con un grado medio de apertura, permite la participación de todos los estudiantes, independientemente del acervo cultural que posean, lo que favorece la conceptualización.

BIBLIOGRAFÍA

1. Perrenoud, P. ¿A dónde van las pedagogías diferenciadas? Hacia la individualización del currículo y de los itinerarios formativos (Universidad de Ginebra, Suiza, 1998), http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_1998/1998_42.html. Consultado el 22 de octubre de 2009.
2. Moreno, T. (julio-diciembre, 2012). "La evaluación de competencias en educación". Sinéctica, 39. Recuperado de http://www.sinectica.iteso.mx/index.php?cur=39&art=39_09A.
3. Jorba, J. y Casellas, E., "La regulación y la autorregulación en los aprendizajes" (ICE-UAB/Síntesis, España, 1997), pp. 21-22.
4. Francisco Solano, A.E. "Análisis etnográfico del curso de Laboratorio de Física I desde el enfoque de la Competencia Investigativa", Tesis de licenciatura. ESFM-IPN, México, 2014.
5. González Álvarez, L. M. y Rasilla Cano, M "Una Estrategia para el Aprendizaje de la Cultura Científica". Formación Universitaria Vol. 4(2), 15-26 (2011)
6. Rueda Morales, G.L.; Pérez Trejo, L.; González Álvarez, L.M., Méndez Sánchez, A.F.; Miramontes Lira, R.C. y Díaz Valdés, E.. "Estrategia basada en competencias para la construcción natural del conocimiento en un curso de física experimental" Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 7, No. 1, Marzo 2013.
7. Beneitone, P., Esquetini, C, González, J., Marty, M., Siufi, G. y Wagennar, R., Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina: Informe final –Proyecto Tuning- América Latina 2004- 2007 (Universidad de Deusto, Bilbao, España, 2007).
8. Nolasco Becerril, V. N. y González Alvarez, L.M. "El uso de la pedagogía del contrato en el primer curso de laboratorio de física de Nivel Superior en el área de ciencias". Memorias del V Congreso Internacional de Investigación Educativa. Mérida Yucatán. CFIE-IPN.
9. Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H., Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo 2 ed., (Trillas, México, 1983).