

Propuesta para desarrollar competencias en el tema Óptica Geométrica

Proposal to develop competences in the topic Geometric Optics

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Adriana Lescano¹, Norma Demichelis¹, Cecilia Culzoni¹, y Laura Alegre¹

¹Facultad Regional Rafaela, Universidad Tecnológica Nacional, Acuña 49, CP 2300, Rafaela, Argentina.

E-mail: lescanoadri@gmail.com

Resumen

El presente trabajo considera la importancia de implementar competencias en asignaturas del área Física que pertenecen al ciclo general de conocimientos básicos de carreras de ingeniería, con el objetivo de propender el desarrollo de ciertas habilidades y destrezas en un contexto social educativo. Se han repensado las prácticas docentes para lograr el desarrollo de ciertas competencias requeridas por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, en la asignatura Física I, seleccionando el tema Óptica Geométrica. La experiencia se realizó en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela, con una cohorte de estudiantes de primer año, a quienes se les propuso un trabajo innovador a la hora de desarrollar y evaluar las leyes de reflexión y refracción de la luz. La respuesta de los participantes fue apropiada y superó las expectativas de los docentes de la asignatura.

Palabras clave: Competencias; Educación superior; Ingeniería; Óptica.

Abstract

The present work considers the importance of implementing a skills-based curriculum in Physics subjects in Engineering courses, with the aim of promoting the development of certain competences and abilities in a socio-educational context. The teaching practices have been rethought to achieve the development of certain competences required by the Consejo Federal de Decanos de Ingeniería. We selected the topic Geometric Optics, which belongs to the subject Physics I. The experience was carried out at the National Technological University, Rafaela Regional School, with a cohort of first year students, with whom we applied an innovative approach for developing and evaluating light reflection and refraction laws. The response of the participants was appropriate and exceeded the expectations of the professors in charge of the subject.

Keywords: Developing competences; Higher education; Engineering; Optics.

I. INTRODUCCIÓN

El proyecto Alfa Tuning define competencias como las

...capacidades que todo ser humano necesita para resolver, de manera eficaz y autónoma, las situaciones de vida. Se fundamentan en un saber profundo, no sólo saber qué y saber cómo, sino saber ser persona en un mundo complejo cambiante y competitivo. (González y Wagenaar, 2003, p. 34)

En Argentina, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería expresa que:

...hay consenso en cuanto que el ingeniero no sólo debe saber, sino también saber hacer. El saber hacer no surge de la mera adquisición de conocimientos, sino que es el resultado de la puesta en funciones de una compleja estructura de conocimientos, habilidades, destrezas, etc. que requiere ser reconocida expresamente en el proceso de aprendizaje para que la propuesta pedagógica incluya las actividades que permitan su desarrollo. (CONFEDI, 2014, p. 9)

Diversas investigaciones (Cudmaniy otros, 1993) han encontrado que los estudiantes presentan dificultades en la comprensión de los fenómenos ópticos, en especial en la óptica geométrica. Entre las causas de dichas dificultades se encuentran, principalmente, la poca conceptualización de los términos de esta parte de la física y la dificultad de relacionar los conceptos con las estructuras formales.

Este trabajo plantea una actividad relacionada con el tema Óptica Geométrica, que propone reconocer fenómenos ópticos en situaciones de la vida cotidiana y permite al alumno relacionar las leyes teóricas y transferir los modelos a situaciones concretas. En este caso se plasmarán en una fotografía tomada en un escenario natural o mediante montaje, acompañada de un informe en el que se explicará la influencia de los fenómenos luminosos en ella.

Desarrollar el pensamiento complejo, significa que el estudio de un fenómeno se puede hacer desde dos perspectivas, una holística y una reduccionista. La primera se refiere a un estudio desde el todo múltiple, y la segunda a un estudio desde las partes; trabajar desde ambas es el reto.

Los desafíos en la educación están dirigidos a aplicar metodologías de enseñanza que tiendan a una educación *transdisciplinaria*, desarrollando habilidades metacognitivas, más que acumulaciones de conocimientos de hechos. Saber qué hacer con lo que se sabe, formando un pensamiento esencialmente científico con apertura al pensamiento intuitivo, a la creatividad, la formación de valores y dando respuesta a las necesidades de diversos agentes sociales. En síntesis, generar competencias para el desarrollo humano integral.

Se tomaron en cuenta estudios sobre didáctica en enseñanza de las ciencias (Furió y Guisasola, 2001; Greca y Moreira, 1998, entre otros) que muestran que existen dificultades en la comprensión de los fenómenos ópticos, en especial en la óptica geométrica en el estudiantado. De aquí surge la importancia de mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje, implementando estrategias que le ayuden al estudiante a superar dichas dificultades. Para esto cada alumno deberá asumir un papel activo en la construcción de su conocimiento, que le permita acercarse a la comprensión de los procesos y conceptos que utilizan las ciencias, para explicar determinados fenómenos. Desde esta perspectiva se busca que el estudiante comprenda, reflexione, analice las situaciones y conceptos de manera consciente y sistemática, permitiendo que *“los estudiantes logren compartir significado que les permitan interpretar el mundo desde un punto de vista científico”* (Llancaqueo, 2006).

Las competencias favorecen una educación integral al incluir las dimensiones del ser humano: saber, saber hacer y saber ser y estar; son un referente para la superación de una enseñanza tradicional. Trabajar con competencias implica asumir una realidad en la que se apliquen problemas integradores contextualizados que se relacionen con situaciones reales.

De acuerdo con Isis Cerato y Gallino (2013) las competencias se dividen en tres grupos, básicas, transversales y específicas.

Las Competencias Básicas están referidas a los conocimientos, procedimientos, destrezas y actitudes fundamentales para el desarrollo de otros aprendizajes. Las Competencias Transversales están referidas a la capacidad para regular sus propios aprendizajes, aprender solos y en grupo, y resolver las dificultades a que se ven enfrentados durante el transcurso del proceso de aprendizaje. Las Competencias Específicas son las referidas a un conjunto de capacidades relacionadas entre sí, que permiten desempeños satisfactorios en el estudio de las carreras. (pp. 90-91)

La importancia de estas competencias se deriva de la naturaleza de sus propias características, es decir: son multifuncionales, transversales, hacen referencia a un orden superior de complejidad mental y son multidimensionales (Rychen y Salganik, 2001)

VuchtTijssen y De Wert (2005) entienden que la educación superior no debe contentarse con la mera transmisión de la ciencia, planteando la necesidad de ir más allá de la racionalidad instrumental. Reducir los contenidos de una asignatura a actividades tan elementales del tipo observar y medir o leer y aplicar fórmulas sería excesivamente simple y pobre, pues existe todo un conjunto de habilidades de investigación, de destrezas comunicativas, de trabajo en equipo y de estrategias cognitivas que con toda probabilidad son más fértiles y permiten en mayor medida la generación de nuevos aprendizajes.

Bajo estos preceptos, en la cátedra de la signatura Física I para carreras de Ingeniería en la Facultad Regional Rafaela de la UTN, se propone una actividad que permita al estudiante aplicar los conocimientos dados en la clase de teoría a la observación e interpretación de fenómenos básicos de óptica geométrica relacionados con los modelos teóricos estudiados.

A partir de estas actividades se considera que es posible desarrollar competencias específicas tales como la identificación de los elementos esenciales de la propagación de la luz y sus efectos sobre la visión, realizando aproximaciones y modelos teóricos simplificados, demostrando de esta manera la comprensión de los saberes conceptuales relacionados con el tema.

Por otro lado, para trabajar las competencias transversales se solicita que sean capaces de describir y explicar fenómenos naturales mediante argumentaciones válidas, demostrando hábitos de trabajo necesarios para el desarrollo de la profesión tales como trabajo en equipo, rigor científico, autoaprendizaje y búsqueda de información disciplinar adecuada.

La actividad planteada, que muestra como resultado una fotografía, tiene como estrategia didáctica la motivación y el interés con dos fuertes componentes, cognoscitiva y tecnológica. Ayuda al alumno reconocer el impacto de las leyes de óptica geométrica en situaciones de la vida cotidiana mediante imágenes, y también permite que relacione las leyes teóricas y transfiera los modelos a situaciones concretas.

II. METODOLOGÍA

En la Facultad Regional Rafaela de la UTN la mayoría de las materias se dictan en forma cuatrimestral. El tema Óptica Geométrica relacionado con los fenómenos de reflexión y refracción de la luz pertenece a Física I, que se dicta en el segundo cuatrimestre del primer nivel de las especialidades de ingeniería. Anualmente se inscriben entre 100 y 120 alumnos, de los cuales el 10% son recursantes.

Se muestra a continuación la secuencia didáctica completa con los objetivos por competencias, el diseño de la clase y la evaluación.

Las competencias que se plantean como objetivos son las siguientes:

1. Disciplinarias

- Reconocer en situaciones de la vida cotidiana los fenómenos de reflexión y refracción de la luz.
- Reconocer y fundamentar las diferencias entre los modelos teóricos y la realidad.

2. Humanas y Sociales

- Ser capaz de trabajar en equipo
- Perfeccionar su capacidad crítica y autocrítica para mejorar su compromiso ético social.
- Desarrollar su creatividad.

3. Específicas de la formación del ingeniero

- Comunicar en forma oral y escrita los temas de la disciplina
- Desarrollar habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.

Para comenzar, se presenta el tema con una clase expositiva donde se explican las leyes fundamentales de la óptica geométrica. Luego se propone a los alumnos resolver problemas utilizando una simulación computacional y se realizan varias preguntas que incentivan la participación y el debate entre los estudiantes. Para abordar el análisis de casos de variada complejidad se resuelven problemas de lápiz y papel que permiten estudiar la marcha de rayos, la incidencia de los distintos índices de refracción y la formación de imágenes en espejos planos, curvos y a través de lentes.

Se ofrece a los estudiantes material adicional relacionado con algunos instrumentos ópticos, enfermedades del ojo, microscopios, etc. Esta secuencia didáctica está planificada para realizarse en tres clases de ciento treinta y cinco minutos cada una.

Al finalizar el tema se invita a los estudiantes a participar de una exposición fotográfica, que forma parte de la evaluación del contenido. Se les informa los criterios evaluativos, que incluyen una instancia artística y otra académica en la que se detallan los indicadores de cada competencia a evaluar. Los alumnos disponen de quince días para tomar fotografías en las que se puedan apreciar las leyes de la refracción y difracción de la luz estudiadas en clase. Durante este período de tiempo se hace un seguimiento que permite evaluar los logros de las competencias propuestas, para ello se realizan reuniones en las que participan los equipos de trabajo y los docentes de la cátedra quienes responden en forma verbal las consultas y dudas de los estudiantes.

El trabajo es grupal y los grupos se componen de cuatro estudiantes. Al cabo del tiempo especificado se reúnen alumnos y docentes para analizar la pertinencia de las fotografías tomadas y los textos utilizados como referencia. Siete días después deben entregar la fotografía acompañada de un informe escrito, en el que se explican las leyes y la metodología utilizada para la obtención de la imagen. Se prohíbe la edición de las fotos.

En cada diseño los estudiantes realizan un análisis y profundización de los contenidos relacionados con las leyes de reflexión y refracción. Para lograrlo, buscan, procesan y analizan información procedente de distintas fuentes bibliográficas. De esta manera se aproxima a tareas de investigación que es una competencia transversal requerida en los futuros profesionales.

La consigna específica solicita a los estudiantes tomar una fotografía en la que se puedan observar los efectos de la luz sobre la visión. La misma puede ser captada en un escenario natural o puede ser realizada mediante un montaje en el que se interpongan instrumentos ópticos que modifiquen la imagen permitiendo a los observadores ver algunos de los efectos que se producen mediante la difracción de la onda luminosa, ya sea con fines artísticos o académicos. Junto a la fotografía se debe presentar un informe escrito que contenga introducción, marco teórico, desarrollo, conclusiones y bibliografía. El plazo de

entrega del trabajo se estipula en tres semanas, luego de las cuales se expondrán las fotografías y se presentará en forma oral el informe.

Los trabajos se evalúan desde el punto de vista científico y artístico. Dos especialistas en fotografía reconocidos de la ciudad evalúan el componente artístico. Una imagen es una suma de dos factores: el técnico que consiste en la exposición, la iluminación, la composición y el emocional que tiene en cuenta la historia que hay detrás de la toma, el valor sentimental, la originalidad y otros aspectos propios de la actividad artística. Como resultado de la evaluación se entrega a cada grupo de alumnos una devolución escrita, en la que se informa acerca de los aspectos considerados en el proceso de valoración y una nota numérica.

Los docentes de la cátedra junto a otros profesores, invitados especialmente para la ocasión, evalúan el informe escrito y la presentación oral. Se tienen en cuenta aspectos que se relacionan con las competencias seleccionadas para este eje temático, anteriormente expuestas. Se obtiene como resultado final una nota numérica que es promediada con la puntuación artística.

A continuación, en la tabla I, se presenta la rúbrica utilizada para la evaluación académica.

TABLA I. Rúbrica utilizada para la evaluación académica.

1-Reconocer en situaciones de la vida cotidiana los fenómenos de reflexión y refracción de la luz.				
1. Utiliza solo en fotografía el fenómeno de reflexión	No lo Realiza	Aprobado	Bueno	Muy Bueno
2. Utiliza solo en fotografía el fenómeno de reflexión	No lo Realiza	Aprobado	Bueno	Muy Bueno
3. Utiliza fenómenos de reflexión y refracción combinados	No lo Realiza	Aprobado	Bueno	Muy Bueno
2-Reconocer y fundamentar las diferencias entre los modelos teóricos y la realidad				
1. Observa la imagen obtenida contrarrestándola con la esperada	No lo Realiza	Aprobado	Bueno	Muy Bueno
2. Analiza las discrepancias entre los resultados obtenidos de acuerdo a los esperados a la teoría.	No lo Realiza	Aprobado	Bueno	Muy Bueno
3. Fundamenta las causas de la diferencia entre la teoría y la realidad.	No lo Realiza	Aprobado	Bueno	Muy Bueno
3-Ser capaz de trabajar en equipo				
1. Participa activamente en las exposiciones.	No lo Realiza	Aprobado	Bueno	Muy Bueno
2. Entrega el trabajo en tiempo estipulado	No lo Realiza	Aprobado	Bueno	Muy Bueno
3. Muestra una buena relación de trabajo con sus pares	No lo Realiza	Aprobado	Bueno	Muy Bueno
4-Perfeccionar su capacidad crítica y autocrítica para mejorar su compromiso ético social				
1. Reconoce correcciones realizadas por el docente	No lo Realiza	Aprobado	Bueno	Muy Bueno
2. Realiza una reflexión sobre su trabajo y equipo	No lo Realiza	Aprobado	Bueno	Muy Bueno
5-Desarrollar su creatividad.				
1. Logra un diseño agradable y creativo	No lo Realiza	Aprobado	Bueno	Muy Bueno
6-Comunicar en forma oral y escrita los temas de la disciplina.				
1. Respeta el formato solicitado en el informe	No lo Realiza	Aprobado	Bueno	Muy Bueno
2. Utiliza un lenguaje apropiado y disciplinar en el informe	No lo Realiza	Aprobado	Bueno	Muy Bueno
3. Expresa correctamente los conceptos	No lo Realiza	Aprobado	Bueno	Muy Bueno
4. Participa en la exposición oral con un lenguaje apropiado	No lo Realiza	Aprobado	Bueno	Muy Bueno
7-Desarrollar habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.				
1. Incorpora información obtenida de libros, sitios o trabajos específicos no mencionados en clase	No lo Realiza	Aprobado	Bueno	Muy Bueno
2. Adapta la información investigada a su trabajo	No lo Realiza	Aprobado	Bueno	Muy Bueno

La muestra, se expone en el hall de la facultad y los alumnos están presentes para dar las explicaciones pertinentes a los evaluadores.

III. RESULTADOS

Se considera que este tipo de trabajos contribuye a desarrollar la creatividad de los alumnos.

La planificación de los prácticos resulta de suma importancia en los procesos de enseñanza y aprendizaje, ya que los estudiantes deben asimilar e internalizar ciertas competencias para fortalecer su desempeño académico y profesional, tanto en lo técnico como en valores y ética profesional.

A continuación, se presentan algunos trabajos efectuados en 2018.

Fotografía 1: denominada por sus autores “Cuchara Partida”. Muestra el efecto de refracción que se origina cuando las ondas luminosas pasan de un medio a otro, en este caso, aire, agua, aire. Debido a que son sustancias con distinto índice de refracción, al ingresar y al salir la onda de luz dentro del vaso con agua se desvía su dirección, lográndose el efecto que se aprecia en la fotografía. El vaso con agua actúa como una lente convexa. Además, se observa la sombra de la cuchara y una sombra parcial del vaso. También, en la interfaz agua-aire actúa como un espejo plano, que genera una imagen virtual e invertida de una parte de la cuchara.



FIGURA 1. La cuchara partida.

Fotografía 2: se denomina “Mirada entre copas”. Utilizando un espejo plano y dos copas con agua se refracta el rostro de una estudiante. Para ello se colocan sobre una superficie espejada las dos copas delante de su cara, a distintas distancias entre ellas. Al tener los recipientes una superficie curva, los ojos se refractan con una cierta deformidad. Simultáneamente se produce la reflexión de las copas y la cara de la estudiante sobre el espejo plano. En la imagen reflejada en el espejo se pueden apreciar nuevas distorsiones debido a la refracción de la luz. Se elige presentar la fotografía en blanco y negro, para que los espectadores se centren en los fenómenos ópticos que se demuestran en dicha imagen.



FIGURA 2. Mirada entre copas.

Fotografía 3: nombrada por sus autores “¿Seré yo?” La imagen que se muestra está tomada de la vida cotidiana, un perro recostado en el borde de una piscina, el animal es una fuente luminosa secundaria. Se puede apreciar la reflexión del mismo sobre el agua, más cerca del borde de la pileta, se forma una reflexión especular, pudiendo así observar el reflejo de las patas de manera perfecta. Al alejar la mirada del borde, debido a las ondas que hay sobre el agua, se forma una reflexión difusa, distorsionando el reflejo del animal. En este trabajo se utilizan las leyes de reflexión de la luz.



FIGURA 3. ¿Seré yo?

En las presentaciones realizadas por los distintos grupos de estudiantes se lograron buenos niveles de creatividad, de transferencia de los modelos ópticos a una situación concreta para lograr una imagen que muestre el nivel de comprensión de los conocimientos y de comunicación en forma oral y escrita de los temas de la disciplina, así como la integración de contenidos.

El trabajo práctico se desarrolló de manera amena, hasta divertida y la propuesta tuvo una valoración positiva por parte de los estudiantes quienes participaron activamente en todas las instancias.

Los informes muestran una adecuada redacción, utilización del lenguaje científico, pertinente fundamentación y conclusiones.

IV. CONCLUSIONES

Se considera que esta tarea ha contribuido a desarrollar la competencia transversal trabajo en equipo, que es muy importante en los futuros profesionales.

Se ha logrado el desarrollo de competencias comunicativas tanto en los informes escritos como en las presentaciones orales en las que se evidencia claridad en los conceptos y correcta utilización del lenguaje disciplinar.

Se destaca la marcada diferencia en los resultados de las evaluaciones respecto a años anteriores en los que no se aplicaba esta metodología de enseñanza y aprendizaje.

La rúbrica permitió conocer el grado de desarrollo de competencias alcanzado por los estudiantes y además transformó la evaluación en una situación de aprendizaje. Sin lugar a dudas la inclusión de la esta herramienta de evaluación resultó exitosa como instrumento pedagógico por lo que se recomienda su utilización en procesos de enseñanza centrados en competencias.

Se desea enfatizar que se ha mejorado el ambiente de trabajo y la comunicación entre los estudiantes y con el cuerpo docente, en relación a otras prácticas grupales, razón por la cual se espera continuar con propuestas innovadoras que generen un ambiente agradable para todos los actores universitarios y que faciliten el desarrollo de competencias específicas y transversales.

REFERENCIAS

CONFEDI.(2014). *Competencias en Ingeniería*.

http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/409/Comp_Confedi_978-987-1312-62-7_red.pdf?sequence=1 Sitio consultado en marzo de 2019.

Furió, C., y Guisasola, J. (2001). La enseñanza del concepto de campo eléctrico basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. *Enseñanza de las ciencias*. 19(2), 319-334.

González, J. y Wagenaar, R. (Edits.) (2003). *Tuning Educational Structures in Europe, Informe Final, Fase Uno*. Bilbao: Universidad de Deusto.

Greca, I. y Moreira, M. (1998). Modelos mentales y aprendizaje de física en electricidad y magnetismo. *Enseñanza de las ciencias*. 16(2), 289-303.

Isis Cerato, A. y Gallino, M.(2013). Competencias genéricas en carreras de ingeniería. *Ciencia y Tecnología*, 13, 83-94. https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/13/CyT_13_06 Sitio consultado en febrero de 2019.

Llancaqueo, J. (2006). El aprendizaje del concepto de campo en física: conceptualización, progresividad y dominio. Tesis de doctorado. Universidad de Burgos.

Pesa, M., Cudmani, L., Salinas, J (1993). Transferencia de los resultados de la Investigación educativa en el aprendizaje de la Óptica. *Revista de Ensino de Física*. 15(1-4), 42-52.

Rychen, D. S. y Salganik, L.H. (2001). *Defining and Selectin Key Competencies*. Gótingen: Hogrefe&Huber.

Van VuchtTijssen, L. y De Wert, E.(2005). From erudition to academic competence. *Revista Española de Pedagogía*, 63(230), 123-146.