



Ideas para propiciar el interés puntual de alumnos desmotivados hacia la física

Martínez García D. N.^a, P. Segarra^a, C. A. Villarreal Rodríguez

^a Universidad Nacional Autónoma de México, Departamento de Física, Facultad de Ciencias

^b Universidad Nacional Autónoma de México, Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Oriente

ARTICLE INFO

Received: 5 de febrero de 2022

Accepted: 27 de abril de 2022

Available on-line: 1 de junio de 2022

Keywords: contextualización, motivación, modelización

E-mail addresses:
cavr34@ciencias.unam.mx

ISSN 2007-9847

© 2022 Institute of Science Education.
All rights reserved

ABSTRACT

This paper describes a didactic proposal that seeks to modify the negative attitude of biology students from the Faculty of Sciences and high school students, towards physics courses. A similar methodology has been used at both educational levels: contextualization to attract the punctual attention of the students. It starts with questions on topics of interest to trigger possible explanations, which are intertwined with practical work, the results of which must be explained by the students (inquiry). Work is done in small groups promoting active participation and group discussion. This favors the explanation and identification of concepts in the scientific context. Using interacted questions, a plenary discussion is conducted, where the theoretical elements necessary for students to gradually adjust their intuitive models to existing scientific models are introduced. This allows them to understand and apply the mathematical models of physics beyond just memorizing formulas.

En este trabajo se describe una propuesta didáctica que busca modificar la actitud negativa de los estudiantes de biología de la Facultad de Ciencias y del bachillerato hacia los cursos de física. En ambos niveles educativos se ha utilizado una metodología similar: la contextualización para atraer la atención puntual de los estudiantes. Se parte de preguntas de temas de interés para detonar posibles explicaciones, que se entrelazan con el trabajo práctico, cuyos resultados deben ser explicados por los estudiantes (indagación). Se trabaja en pequeños grupos promoviendo la participación activa y la discusión grupal. Esto favorece la explicación e identificación de los conceptos en el contexto científico. Con el empleo de preguntas intercaladas se dirige una discusión en plenaria, donde se introducen los elementos teóricos necesarios para que los estudiantes ajusten paulatinamente sus modelos intuitivos a los modelos científicos existentes. El proceso les permite comprender y aplicar los modelos matemáticos de la física más allá de la memorización de fórmulas.

I. INTRODUCCIÓN

El desinterés por la física aumenta conforme la edad (Arandía, Zuza, Guisasaola, 2016) y de acuerdo con algunos estudios también depende del sexo (Solbes, Montserrat & Furió, 2007; Baram-Tsabari & Yarden, 2008); por esto no es raro encontrar que los alumnos en el bachillerato no estén interesados en los cursos de física, así como tampoco los de recién ingreso a la carrera de biología, donde además del aumento en la escolarización, juega un papel importante que la mayoría de la población sea femenina. Palmer, Burke y Aubusson (2017), señalan como los factores más importantes tanto en la elección como en el rechazo de las materias, el disfrute, el interés y la capacidad de éxito percibida en el día a día, así como lo que creen pueden necesitar para sus futuros estudios o planes de carrera.

Otros trabajos especifican, las ideas que pueden ser señaladas como las causantes del poco interés de la población en la física y que en muchos casos parecen guiar la enseñanza de esta asignatura (Osborne, Simon, & Collins, 2003; Madsen, Mckagan, & Sayre, 2015; Trumper, 2006). Estas son:

- Los modelos matemáticos son más importantes que los modelos físicos.
- No se promueve la interpretación física para las ecuaciones.
- Saber física es igual a reproducir y manipular formulas, para obtener un dato numérico en un “problema”.
- No se requieren habilidades críticas o reflexivas hacia la ciencia, basta seguir una receta.
- Los experimentos que fundamentan las teorías surgieron de mentes brillantes.
- La experimentación es secundaria.

Esta lista se puede completar con ideas señaladas en los primeros artículos:

- La forma de enseñar física, los ejemplos utilizados convencen poco a poco a la población que la física es para unos pocos hombres superdotados.
- No está relacionada con la realidad

II. CAMBIO DE PERCEPCIÓN

Ante esta problemática, que no es exclusiva de México, se presenta un enfoque de las clases de física que se ha aplicado durante 7 años en el primer semestre de la carrera de biología en la Facultad de Ciencias, con alumnos de primer ingreso y repetidores, así como en un bachillerato de la UNAM (CCH- Oriente) durante cuatro años en los 4 semestres donde se imparte la asignatura. Esto implica una amplia gama de edades que varía de los 15 a los 24 años y también una distribución de los sexos muy desigual a lo largo de lo que son 3 años consecutivos de escolarización. En los 2 primeros semestres de física en el bachillerato, donde la asignatura es obligatoria, la distribución de mujeres y hombres es muy similar, pero en los semestres de física 3 y 4, donde es optativa, la población es preponderantemente masculina, aproximadamente 70/30%, en cambio en los grupos de física para biología, en la Facultad de Ciencias, la proporción se invierte y es preferentemente femenina 75/25%. Este comportamiento poblacional respalda lo indicado por Baram-Tsbari et al (2008) quienes afirman “física para niños y biología para niñas”.

La primera apuesta es hacer sentir a todos los estudiantes que pueden aprender física, que la asignatura no es para superdotados y que se vale preguntar tanto al profesor como a los compañeros lo que no se entiende. Es claro que en los dos casos donde la asignatura es obligatoria los estudiantes no están motivados por la física. Con la finalidad de que cambie su creencia y su postura hacia la asignatura hay que lograr un clima de confianza y utilizar la contextualización con el objetivo de que se entusiasmen en averiguar un algo, aunque esto suponga un esfuerzo. El profesor debe lograr que ese interés en un punto específico se mantenga a lo largo del semestre.

En las secciones siguientes se describen las estrategias seguidas en estos cursos. Se considera que la motivación extrínseca es multidimensional y que es posible desencadenar el interés situacional mediante la contextualización para lograr entusiasmar a los “académicamente desmotivados” (Hidi, & Harackiewicz, 2000). La contextualización se colocó al final no por ser la menos importante, sino que es la más distinta dependiendo del nivel educativo y de los intereses de los grupos específicos. La descripción que se hace corresponde a clases presenciales.

II.1 Trabajo práctico

La mayor parte de los temas empiezan con un trabajo práctico que sirve como andamiaje para la construcción teórica. Con la finalidad de atraer la atención de los alumnos, en muchos casos se empieza la clase con un “acto de magia”, en otros casos con experimentos llamativos, sin embargo, el reto es llegar a una explicación al finalizar el tema manteniendo el asombro e interés por los fenómenos físicos (Villarreal & Segarra, 2017). En la sección anterior se señala que parte del fracaso de los cursos de física es que se considera la experimentación secundaria, se podría añadir que cuando se utiliza, suele ser para comprobar la teoría por lo que el experimento “nunca sale”. En esta propuesta el trabajo práctico es de suma importancia, y se realiza en grupos pequeños. Desde el primer día se enfatiza la importancia del trabajo y creatividad de todos, así como el respeto mutuo. El ambiente de las clases es generalmente colaborativo.

En los cursos de bachillerato se establecen, como punto de partida, módulos o estaciones de trabajo (“feria de las ciencias” como la nombran los alumnos), con diferentes experimentos, esto busca motivar y atraer a los alumnos. En la Facultad, el inicio es menos lúdico, sin embargo, en los dos niveles educativos, los experimentos están diseñados para proceder de manera inductiva (de lo concreto a lo general). Durante la actividad exploratoria inicial o propiamente experimental es muy importante la intervención puntual del profesor en los equipos, que mediante preguntas ayuda a los miembros del equipo a distinguir las variables que están interviniendo y a darse cuenta de que sólo se debe cambiar una a la vez. Se les anima a hacerse preguntas respecto al fenómeno observado y contrastar sus respuestas con los resultados experimentales, propiciando la libertad de probar sus hipótesis al no limitarlos a una guía. El control de variables es más sencillo en el nivel universitario dada la madurez psicológica de los estudiantes. Lo mismo ocurre con la generalización, que es lograda algunas veces por los universitarios, pero no por los estudiantes de bachillerato.

Las actividades experimentales empleadas en la propuesta no son prácticas de receta (Nivalainen, Asikainen, Sormunen & Hirvonen, 2010), pues buscan propiciar el interés de los alumnos, además de favorecer la comprensión y explicación de los fenómenos. La intención de las actividades es no limitar a los estudiantes a una guía, por lo cual solo se da una explicación global sobre cada uno de los experimentos, así, de esta forma pueden experimentar lo que consideren necesario para comprender mejor lo que ocurre.

Mediante este enfoque se abordan frontalmente las críticas de que la experimentación es secundaria en los cursos de física y que no se requieren habilidades críticas o reflexivas porque basta seguir una receta.

II.2 Indagación

En el aprendizaje por indagación, los estudiantes deben utilizar la parte teórica además de lo aprendido en la resolución de problemas, apoyados en el trabajo práctico. Por esta razón el empezar trabajando en el laboratorio con problemas abiertos ajusta bien con el enfoque por indagación (Crujeiras & Jiménez-Aleixandre, 2015). Sabemos que toda observación está cargada de teoría y si se quiere que los alumnos aprendan a través de la indagación, es indispensable el papel del profesor haciendo preguntas puntuales y animando a los estudiantes a que expresen sus ideas y tomen decisiones, aunque en muchos casos el profesor debe hacer preguntas que ayuden a los estudiantes a centrar sus ideas.

Antes del experimento propiamente dicho, conviene que haya una fase de exploración, donde empiezan a observar el fenómeno y a imaginar posibles explicaciones. Lo ideal sería que a partir del problema los estudiantes pudieran plantear las hipótesis y diseñar los procesos para contrastarlas; en muchos casos, principalmente en el bachillerato, no se llega a este ideal y las preguntas planteadas por el profesor orientan el trabajo práctico de los estudiantes.

Posteriormente los equipos en plenaria exponen su procedimiento y control de variables para estructurar una explicación del experimento. Durante este desarrollo el profesor dirige la discusión con base a las observaciones, resultados y conclusiones obtenidas por los alumnos en las actividades experimentales y de investigación; enfoca las ideas principales e identifica los conceptos involucrados. Estas actividades favorecen la construcción de modelos intuitivos para que logren comprender y explicar con sus propias palabras los conceptos claves en la construcción del modelo físico. Este proceso, es lo que actualmente llamamos indagación; favorece el desarrollo del pensamiento científico y habilidades de análisis, síntesis y reflexión (Garritz, 2010; Chernicoff & Echeverría, 2012) al no limitar a los alumnos a una guía para realizar las actividades, por lo cual pueden experimentar lo que consideren necesario para comprender mejor el fenómeno.

II.3 Construcción del modelo físico

Durante la fase experimental se emplean preguntas que sirvan para dirigir las observaciones, evidentemente los estudiantes van construyendo modelos explicativos de lo que observan. El profesor debe estar atento al lenguaje que utilizan para irlos guiando gradualmente al uso del lenguaje científico. Durante la discusión se destacan los elementos más importantes del fenómeno, sus propiedades y comportamiento y poco a poco se va acercando el modelo mental del estudiante al modelo físico. Se recalca que la física simplifica por lo que los modelos físicos trabajan con situaciones simplificadas, donde su importancia es que nos permiten describir la situación y predecir su comportamiento (Gutiérrez, 2014; Halloun, 2007; Justi, 2007).

Cuando en el grupo de física para biólogos logran llegar a una generalización, ésta se utiliza como ejemplo para introducir las expresiones matemáticas que rigen el comportamiento. En los cursos de bachillerato los modelos físicos son introducidos por el profesor, se relacionan con lo trabajado en el laboratorio y se hace énfasis en las simplificaciones que se utilizan en física. En ambos niveles educativos la resolución de problemas, se fomenta el análisis de los enunciados, para que logren comprender el problema y de ser posible den una solución aproximada sin necesidad de resolver las ecuaciones, para que al manipularlas puedan dar sentido al resultado. No pueden creer que puedan predecir un resultado sin hacer operaciones matemáticas y que cuando hacen las operaciones puedan decir si el resultado está en el rango de lo esperado. En la literatura se reporta que el éxito en la resolución de ejercicios se debe a las estrategias de lectura y comprensión de la teoría, más que el número de ejercicios hechos (Byun, & Lee, 2014).

El proceso de modelización aborda la problemática señalada de no dar la interpretación física a las expresiones matemáticas utilizadas y a la idea de que los modelos matemáticos son más importantes que los modelos físicos, pues un modelo científico es de acuerdo con Gutiérrez (2014): "...una representación de un sistema real o conjeturado, consistente en un conjunto de entidades con sus principales propiedades explicitadas, y un conjunto de enunciados legales que determinan el comportamiento de esas entidades. Las funciones esenciales de un modelo son la explicación y la predicción"

II.4 Contextualización

Otro factor determinante en el desinterés de los jóvenes hacia la física es la falta de contextualización en las clases, lo que provoca que no entiendan cómo relacionar el conocimiento adquirido con su vida cotidiana, por lo que suelen preguntar ¿para qué sirve estudiar física? Esto provoca que la asignatura no llegue a ser relevante para ellos. Además, los principios físicos contradicen las ideas previas de los alumnos por lo que estos optan por memorizar sin comprender, lo que les impide llegar a un aprendizaje significativo (Pozo & Gómez-Crespo, 1998; Colin, Chauvet, & Viennot, 2002; Williams, Gerace & Dufresne, 2002).

La herramienta más poderosa que se tiene para atraer la atención de los estudiantes es la contextualización, ésta se utilizó en todos los temas para lograr que los estudiantes aprendan a dar una explicación física a situaciones comunes en su vida o de interés propio. De esta manera la física cobra sentido como algo útil y presente en su vida. Dada la diferencia en edades y principalmente en intereses, los ejemplos utilizados para contextualizar han sido distintos en los tres grupos.

Para los estudiantes más chicos que cursan física 1 y 2, donde se revisa toda la física, se les atrapa fácilmente en mecánica con los deportes, no sólo el fútbol porque entonces se pierde a la mayoría de las niñas, sino los deportes olímpicos como el salto de altura y longitud, cien metros o maratón. En termodinámica la relación se hace con los procesos que ocurren en la cocina, le suele impactar el darse cuenta de que la cocción depende de la temperatura y no del tamaño de la flama (calor proporcionado al sistema). En algunos casos se han vuelto a abordar las carreras de cien metros y maratón considerando la energía utilizada y el trabajo que se desarrolla. El tema de onda se contextualiza con el sonido, haciendo énfasis en la música y con el tono timbre e intensidad en relación con los diferentes instrumentos.

Los grupos de física 3 y 4 son muy especiales, ya que es optativa y por el método de inscripción, están mezclados estudiantes interesados en la asignatura porque la ven necesaria para su futuro desempeño, por lo que tienen una motivación intrínseca y estudiantes que no eligieron la materia, simplemente se les asignó debido a que las asignaturas que habían elegido tienen sobrecupo. Como física no es muy demandada, los estudiantes que no alcanzan cupo en la asignatura que eligieron, por su mal promedio, los mandan a física. Esto hace que los grupos sean muy dispares, están mezclados estudiantes que requieren la física para su futura carrera y por lo tanto la eligieron y estudiantes que por promedios bajos los mandan a física, porque tiene cupo y que no les interesa la asignatura y no la necesitan cursar para la carrera que eligieron.

El primer bloque de física 3 es cuerpo rígido, a todos llama la atención que el centro de masa de hombres y mujeres sea distinto. Se hace, a manera de juego, el levantar objetos doblados en L y con la cabeza pegada al pizarrón. Los varones no se pueden incorporar con ese peso, en cambio las mujeres logran hacerlo sin dificultad porque su centro de masa está más bajo. Otros puntos para centrar la atención, pero menos exitosos, son: la balanza, la torre inclinada de Pisa, y cuestiones de construcción. En física 4 la contextualización se ha dado discutiendo sobre lo que es el internet y el funcionamiento de los teléfonos celulares, teoría de color con pigmentos y luces, el ojo y la visión en tercera dimensión.

Para el caso de los estudiantes de primer semestre de la carrera de biología que suponían no iban a ver física ya en su carrera se intenta hacer una relación con diferentes fenómenos biológicos, por ejemplo: estructura del ojo e importancia de la córnea, la visión en color en humanos y en diferentes animales, la detección de campos eléctricos que tienen algunos tiburones, la polaridad de la membrana, las descargas que produce la anguila eléctrica y por qué no mata a sus presas, el impulso nervioso. Se revisan los principios de funcionamiento de algunos equipos como el microscopio, espectrofotómetro visible, ultravioleta o infrarrojo, uso de la percepción remota. Los dos temas que parece que más los atrapan son el cálculo de las dioptrías de los lentes correctores para miopes e hipermétropes a partir del modelo simplificado del ojo y dando distancias de visión cercana o lejana y la forma y velocidad de transmisión de las ondas en los terremotos, así como la resonancia que puede darse en las construcciones. Estos dos últimos temas están relacionados no con su carrera sino con su vida cotidiana, ya que más de la mitad utilizan lentes y vivimos en una zona sísmica.

III. AJUSTES DURANTE EL CONFINAMIENTO

En la etapa de confinamiento dejamos de trabajar de manera coordinada. Los tres teníamos claro que no era posible intentar copiar lo que se realiza en presencial a un ambiente virtual (sincrónico o asincrónico). Sin embargo, en los dos niveles educativos (bachillerato y licenciatura) tuvimos que utilizar simulaciones en vez de realizar los experimentos. En

esta situación es más fácil ver cuáles son las variables importantes, pues están indicadas, y los resultados siempre concuerdan con la expresión matemática que se utiliza para las predicciones. Fue necesario hacer más énfasis en las simplificaciones de los modelos. El interés de los estudiantes decayó.

Una de las formas de lograr la participación en las sesiones presenciales, es que desde un inicio se quita el anonimato a los estudiantes mostrando el interés por cada uno al llamarlo por su nombre y conociendo los aspectos que les gustaría desarrollar en su aula, que es parte de lo que utilizamos para la contextualización. En cambio, durante la pandemia el anonimato era difícil de erradicar puesto que las herramientas tecnológicas les permitían justificar el no hablar, no encender la cámara y por lo tanto no participar argumentando fallas en el sistema.

Las dificultades encontradas y sorteadas o no, durante estos dos años y medio son merecedoras de otro artículo, pero es importante subrayar que la complejidad y martirio para trabajar en ambientes virtuales fueron tanto para los profesores como para los estudiantes. Es una falacia el pensar que porque los estudiantes son nativos digitales se les facilita aprender en esta modalidad. Una cosa es jugar y mandar mensajes cortos y otra muy distinta tratar de realizar un trabajo en equipo o participar por Zoom o Teams, en una discusión grupal.

IV. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA

La propuesta didáctica descrita anteriormente es susceptible de ser aplicada en diferentes niveles educativos. La contextualización de los temas derriba la idea de que la física no está presente en nuestras vidas y que nunca la vamos a necesitar. El principal logro que consigue es interesar a los estudiantes y mantenerlos en clase como sujetos activos. Esto tiene como consecuencia el abatimiento de ausentismo y deserción.

En los párrafos anteriores se exhiben estrategias de trabajo en el aula capaces de ajustarse a cualquier tema de física en el bachillerato y primeros semestres de la universidad, al menos para estudiantes de biología o ciencias de la salud. De acuerdo con las tendencias actuales se pone al alumno como el constructor principal de su propio aprendizaje, mientras que el maestro es un guía que facilita la construcción activa del conocimiento. Tanto las estrategias didácticas como la actitud del profesor influyen directamente en la motivación e interés por la clase. La forma de trabajo cambia la percepción inicial de los jóvenes hacia la física, aumenta su motivación por asistir a la clase, lo que favorece que se involucren en la construcción de su propio aprendizaje. Esto se ve reflejado en la acreditación del curso, pues todos los estudiantes que asisten con regularidad a la clase aprueban.

Los modelos físicos tienen un alto grado de abstracción, por lo que es lógico que los estudiantes de bachillerato no sean capaces de construirlos, aunque si de entenderlos y utilizarlos, dada su etapa de desarrollo psicogenético (Gutiérrez, 1984). Esta misma argumentación sirve para afirmar que algún equipo de los universitarios logra hacer una generalización que permite explicitar fácilmente el conjunto de variables implicadas, así como sus propiedades; descripción que constituye una parte importante del modelo científico. Las leyes que determinan el comportamiento son evidentemente más difíciles de ser construidas por los estudiantes, pero pueden ser fácilmente introducidas por el profesor al tener como base los resultados obtenidos en la fase experimental. De esta forma se exhibe el origen de la ecuación, las variables involucradas cobran sentido y se facilita la comprensión para su manipulación, debido a que una de las principales dificultades al resolver problemas es que no comprenden como emplear estos modelos.

Finalmente hay que aclarar que se siguen los lineamientos generales descritos en el artículo, pero que ningún semestre es igual que el anterior, que los intereses de los grupos modulan los ejemplos utilizados para contextualizar y que las encuestas de salida que realizan los estudiantes ayudan a los profesores a mantenerse en un aprendizaje continuo.

REFERENCIAS

- Arandia, E., Zuza, K., & Guisasola, J. (2016). *Actitudes y motivaciones de los estudiantes de ciencias en Bachillerato y Universidad hacia el aprendizaje de la Física*. Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias **13**, 558–573. <http://hdl.handle.net/10498/18497>
- Baram-Tsabari, A., & Yarden, A. (2008). Girls' biology, boys' physics: evidence from free-choice science learning settings. *Research in Science & Technological Education* **26**, 75–92. <https://doi.org/10.1080/02635140701847538>
- Byun, T., & Lee, G. (2014). *Why students still can't solve physics problems after solving over 2000 problems*. American Journal of Physics, 82(9), 906–913. <https://doi.org/10.1119/1.4881606>
- Chernicoff, L., & Echeverría, E. (2012). *¿Por qué enseñar ciencia a través de la indagación? un caso en la universidad autónoma de la ciudad de México (UACM)*. Educación Química **23**, 432–450. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30131-3](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30131-3)
- Crujeiras, B., & Jiménez-A., M. P. (2015). *Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas*. Enseñanza de Las Ciencias. **33**, 63–84. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1469>
- Colin, P., Chauvet, F., & Viennot, L. (2002). *Reading images in optics: Students' difficulties and teachers' views*. International Journal of Science Education **24**, 313–332. <https://doi.org/10.1023/B:LOGI.0000031375.18295.30>
- Garritz, A. (2010). *Indagación: Las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje*. Educación Química. **21**, 106–110.
- Gutierrez, R. (2014). *Lo que los profesores de ciencia conocen y necesitan conocer acerca de los modelos*. Aproximaciones y alternativas. Bio-Grafía, **7**, 37–66.
- Gutiérrez, R. (1984). *Piaget y el curriculum de Ciencias*. IEPS, Madrid
- Halloun, I. A. (2007). *Model-centered, assessment-guided learning and instruction in science*. In Teaching science and new technologies in education- pp. 12–29. Greece.
- Hidi, S., & Harackiewicz, J. M. (2000). *Motivating the Academically Unmotivated: A Critical Issue for the 21st Century*. Review of Educational Research, 70 (2), 151–179. <https://doi.org/10.3102/00346543070002151>
- Justi, R. (2007). *La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos*. Enseñanza de Las Ciencias **24**, pp. 173–184. <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/75824>
- Madsen, A., Mckagan, S. B., & Sayre, E. C. (2015). *How physics instruction impacts students' beliefs about learning physics: A meta-analysis of 24 studies*. Physical Review Special Topics - Physics Education Research. 11, 010115. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.010115>
- Nivalainen, V., Asikainen, M. A., Sormunen, K., & Hirvonen, P. E. (2010). *Preservice and inservice teachers' challenges in the planning of practical work in physics*. Journal of Science Teacher Education **21**, 393-409.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). *Attitudes towards science: A review of the literature and its implications*. International Journal of Science Education **25**, 1049–1079. <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- Palmer, T. A., Burke, P. F., & Aubusson, P. (2017). *Why school students choose and reject science: A study of the factors that students consider when selecting subjects*. International Journal of Science Education, **39**, 645-662.

Pozo, J. I., & Gómez- Crespo, M. Á. (1998). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Ediciones Morata, Madrid.

Solbes, J., Montserrat, R., & Furió, C. (2007). *El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza*. *Didáctica de Las Ciencias Experimentales y Sociales* **21**, 91–117. <https://doi.org/10.7203/dces..2428>

Trumper, R. (2006). Factors affecting junior high school students' interest in physics. *Journal of Science Education and Technology* **15**, 47–58. <https://doi.org/10.1007/s10956-006-0355-6>

Villarreal, C. A., & Segarra, M. P. (2017). *La experimentación para detonar el interés en la física*. *Latin-American Journal of Physics Education* **11**, 11.

Williams, L. J., Gerace, W. J., Dufresne, R. J., (2002). *Resolución de problemas basada en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la física*. *Enseñanza de Las Ciencias* **20**, 387–400.