

I CONGRESO IBEROAMERICANO DE DOCENTES

CONGRESO VIRTUAL DEL 26 NOVIEMBRE AL 08 DICIEMBRE DE 2018

ALGECIRAS (CÁDIZ) DEL 06 AL 08 DICIEMBRE DE 2018

Actas del Congreso Iberoamericano de Docentes

Estudio sobre el entrenamiento autorregulatorio en
resolución de problemas en la enseñanza de la física
en Educación Secundaria Obligatoria

Miguel Ángel Queiruga Dios

ISBN: 978-84-948417-0-5

Edita **Asociación Formación IB.**

Coordinación editorial: **Joaquín Asenjo Pérez, Óscar Macías Álvarez, Patricia Ávalo Ortega y Yoel Yucra Beisaga**

Año de edición: **2018**

Presidente del Comité Científico: **César Bernal.**

El I Congreso Iberoamericano de Docentes se ha celebrado organizado conjuntamente por la Universidad de Cádiz y la Asociación Formación IB con el apoyo del Ayuntamiento de Algeciras y la Asociación Diverciencia entre otras instituciones.

<http://congreso.formacionib.org>



red
iberoamericana
de docentes



formación**ib**)))

Estudio sobre el entrenamiento autorregulatorio en resolución de problemas de física en Secundaria Obligatoria

Miguel Ángel Queiruga Dios^{*1}, Consuelo Sáiz Manzanares^{*} y Eduardo Montero García^{*}

^{*} Facultad de Educación, ^{**} Facultad de Ciencias de la Salud, ^{***} Escuela Politécnica Superior. Universidad de Burgos

Resumen

Este estudio de microanálisis, realizado sobre 10 estudiantes de 4º de ESO pretende determinar si el entrenamiento autorregulatorio (EAR) en resolución de problemas de física produce un incremento en la percepción del conocimiento, y si este incremento se corresponde con un incremento real del aprendizaje. Los resultados indican que existen diferencias significativas en la autopercepción de los alumnos antes-después de la intervención autorregulatoria, lo que concuerda con la evaluación objetiva de su aprendizaje.

Palabras clave: autorregulación, física, resolución de problemas, autopercepción

Introducción

Las habilidades metacognitivas de autorregulación hacen referencia al conocimiento procedimental requerido para la regulación efectiva y el control de las actividades del aprendizaje (Baker y Brown, 1984). La autorregulación es un proceso formado por pensamientos autogenerados, emociones y acciones que están planificadas y adaptadas cíclicamente para lograr los objetivos personales; hace referencia a las estrategias de aprendizaje que se activan cuando se está resolviendo un problema (Zimmerman y Kitsantas, 2014). Pintrich (2004; citado por Vandeveld, Van Keer, Schellings y Van Hout-Wolters, 2015, p. 11) afirma que el aprendizaje autorregulado (AAR) puede describirse como un proceso en el que "los estudiantes establecen metas para su aprendizaje y luego tratan de monitorizar, regular y controlar su cognición, motivación y comportamiento, guiado y limitado por sus objetivos y las características del contexto". En el AAR juega un papel importante la interacción dinámica con el entorno social y físico (Zimmerman, 2013). Los resultados del aprendizaje mejoran con el desarrollo de las habilidades metacognitivas en parte independientemente de la capacidad intelectual (Veenman y Spaans, 2005), por lo que los estudiantes deben ser entrenados para adquirir habilidades metacognitivas que puedan ayudarles a gestionar tareas nuevas y desconocidas (Veenman, Kok y Blöte, 2005). Estas habilidades guían al estudiante a iniciar el aprendizaje cuando se enfrenta a un problema nuevo [umbral de problematicidad, Elshout (1987; citado por Veenman, Kok et al., 2005, pp. 206-207)]. Otro aspecto importante es la calibración (Hattie, 2013) o información acerca de *dónde está* y *dónde deberá estar*, expresa el grado en el cual la valoración de los estudiantes sobre su capacidad o desarrollo

¹ Email: maqueiruga@ubu.es

representa su competencia (Pieschl, 2009; citado por Harks, Rakoczy, Hattie, Besser y Klieme, 2014, p. 271), por lo que está relacionada con la autoevaluación.

El objetivo de este estudio es determinar si el EAR en resolución de problemas de física produce en los alumnos de Secundaria un incremento en su percepción del conocimiento, ya que las creencias del estudiante respecto a su confianza y precisión son el mayor precursor del aprendizaje (Hattie, 2013), y comprobar si ese incremento se corresponde con una mejora de su destreza en resolución de problemas.

Metodología

Participantes

La experiencia se realizó con 10 estudiantes de 4^o de ESO formado por 6 hombres, (*Media edad* =17.17, *DT* = .41) y 4 mujeres (*Media edad* = 17, *DT* = 1.16). La elección se efectuó en función de las posibilidades de trabajo directo con los alumnos, por lo que se utilizó un muestreo incidental (Pereda, 1987). Este estudio se inserta dentro de las experiencias de investigación aplicada y de trabajo de campo en seguimientos longitudinales y con la aplicación de técnicas de microanálisis.

Diseño

Se elaboró un Programa de enseñanza-aprendizaje de física basado en una metodología autorregulatoria (Sáiz y Queiruga, 2016). La intervención se realizó durante un curso (Tabla 1).

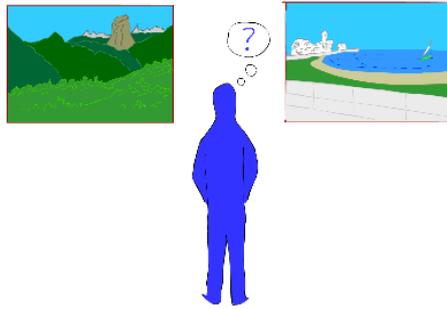
Unidades	Temas
Unidad 1	Método científico. Magnitudes físicas.
Unidad 2	El movimiento
Unidad 3	Las fuerzas
Unidad 4	Giros y fuerzas
Unidad 5	Presión y atmósfera
Unidad 6	Energía y trabajo
Unidad 7	Calor
Unidad 8	Movimiento y fenómenos ondulatorios
Unidad 9	Sonido
Unidad 10	Luz y color

Tabla 1. Contenidos del Programa

Las fases de la intervención AAR fueron:

a) *Fase de EAR.*

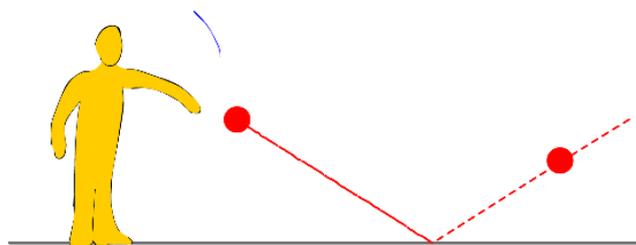
Cada sesión comenzaba con el planteamiento de una tarea en forma de cuestión, problema a resolver (Figura 2) o experiencia sencilla con la que representar un fenómeno físico.



¿Cuál de las imágenes es más bella? ¡Intenta dar una respuesta científica!



¿Qué opina cada uno de los observadores del movimiento y trayectoria de la moneda?



¿La pelota se refleja contra el suelo?

Figura 2. Imágenes y preguntas AAR (Queiruga, 2009).

A partir de las respuestas iniciales, basadas en conocimientos previos y concepciones alternativas, puede producirse el proceso evolutivo de reconstrucción conceptual (Hinojosa y Sanmartí, 2015).

b) Fase de autoentrenamiento.

Finalizada la Unidad, el alumno elaboró una presentación representando ideas, conceptos y fenómenos principales, con ejemplos propios. Se enfrenta así a la reconstrucción de los conocimientos a partir de las ideas propias ampliándolas y

modificándolas, esto es aprender Ciencia según la perspectiva constructivista (Varela, 2002).

c) Fase de correulación

La exposición permite que los demás alumnos aporten sugerencias y se rectifiquen posibles errores con ayuda del profesor. El análisis de estas intervenciones da información sobre si el aprendizaje ha sido significativo. La experiencia resultó positiva: el alumno elaboró sus propios ejemplos y modelos y los discutió con el resto de compañeros. Este *feedback* favorece la autorregulación (Sáiz y Queiruga, 2018; Sáiz y Montero, 2015). El alumno está capacitado para aplicar lo aprendido a otros contextos más generales, siendo capaz de analizar o generar nuevos problemas, realizar descripciones de fenómenos y comunicarse, que es, en definitiva, aprender ciencias (Sanmartí, 2007).

Resultados

Los elementos de evaluación se sintetizan en la Tabla 2 y posteriormente se describen.

Recogida de datos/Evaluación	Objetivo
Inicio de la instrucción: Entrevista inicial	Intereses del alumno y valoración de la asignatura
Cada Unidad: rúbrica de autoevaluación inicial	Autoapreciación inicial
Cada Unidad: rúbrica de autoevaluación final	Autoapreciación final
Cada Unidad: Prueba oral individual	Estado del alumno en contenidos
Final de la instrucción: Entrevista final	Valoración de asignatura y metodología

Tabla 2. Recogida de datos y evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje

a) Entrevista inicial y final

Se realizó una entrevista inicial. Los estudiantes manifestaron, en mayor o menor grado que: no les gusta la física, no les parece importante para su desarrollo profesional, tienen dificultades para comprenderla y no elegirían estudios que tuvieran física (Figura 3). Finalizada la instrucción, se recogió nuevamente su opinión preguntando además sobre la metodología utilizada: si esta había modificado la valoración que tenían sobre la asignatura de física, posibles dificultades que se habían encontrado a lo largo de la instrucción, y sugerencias y comentarios libres que quisieran expresar. Resaltar algunos resultados (Figura 3):

- Para la mayoría de los alumnos (70%) resultó complicado comprender qué buscaba el profesor con esta metodología (indicaron que están acostumbrados memorizar contenidos).

- La opinión de los alumnos respecto a la utilidad de la asignatura (para comprender el entorno, para su desarrollo profesional) mejoró y la percepción sobre la dificultad para comprenderla disminuyó: presentan una mejor actitud frente a la asignatura.

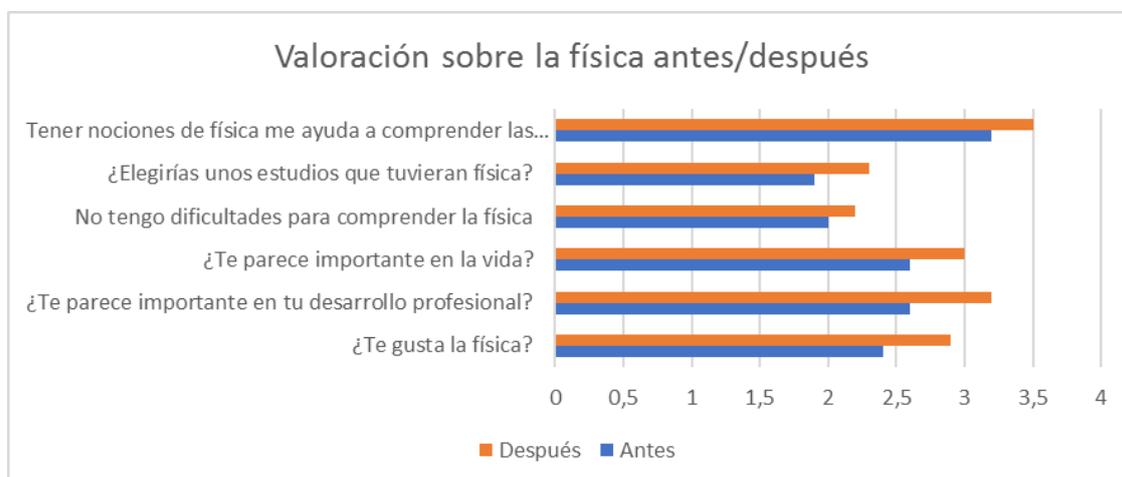


Figura 3. Valoración de los estudiantes sobre la asignatura antes-después.

b) Rúbricas de autoevaluación

Al inicio y al final de cada unidad se aplicaron los criterios de la Escala de Autoevaluación del Conocimiento en Física por Rúbricas (EAECFR). De las 10 unidades puestas en práctica, seleccionamos los resultados de dos de ellas. Estas unidades son: la Unidad 1, *Método científico. Magnitudes físicas*, y la Unidad 10, *Luz y color*. El motivo de la elección es que se encuentran distanciadas en el temario y por tanto separadas temporalmente en la instrucción (Anexo).

Para ajustar la tipología de la muestra se utilizó un diseño pre-experimental de un solo grupo Campbell y Stanley (2005). Se efectuó un análisis de diferencia de medias en cada una de las unidades y, dadas las características de la muestra (10 sujetos), se utilizó estadística no paramétrica para lo que se aplicó la prueba de Wilcoxon para muestras dependientes. Se encontraron diferencias significativas en todos los ítems de evaluación de la Unidad 1 (Anexo) y valores del efecto medios-altos en todos los ítems salvo en 2.1, 3.3, 3.5 y 4.1. En los ítems de evaluación de la Unidad 10 se encontraron diferencias significativas y valores del efecto bajos (*d* de Cohen).

c) Prueba oral individual

Se utilizó una rúbrica para la evaluación de las exposiciones de la que mostramos el ítem "Tratamiento de los contenidos/comprensión de conceptos y fenómenos" (Figura 4).

Tratamiento de los contenidos/comprensión de conceptos y fenómenos	Puntuación
Rigor conceptual en el tratamiento de las informaciones y los razonamientos expuestos son oportunos: el alumno demuestra comprender claramente los conceptos y presenta los fenómenos utilizando ejemplos originales correctos.	4
Rigor conceptual en el tratamiento de las informaciones salvo pequeños errores conceptuales (el alumno demuestra no comprender los conceptos) o no los presenta utilizando ejemplos originales correctos.	3
Dificultad de comprensión de conceptos y fenómenos y no proporciona ejemplos originales.	2
No muestra rigor conceptual y parece que no ha comprendido correctamente los conceptos y fenómenos de la Unidad.	1

Figura 4. Ítem de la rúbrica de evaluación de presentaciones.

Todos los estudiantes obtuvieron las puntuaciones más altas en el ítem señalado (el 90%, la máxima).

Conclusiones

Los resultados muestran que la intervención con metodología autorregulatoria produce en los estudiantes un incremento significativo de su autopercepción. La instrucción mejoró la valoración del alumno respecto de la física: la importancia de esta disciplina en su desarrollo profesional y en la vida, la importancia que juega para ayudar a comprender el entorno, y disminuyó la percepción del alumno sobre la dificultad en su aprendizaje, manifestando una mayor predisposición a elegir estudios con contenidos de esta disciplina.

Si bien es cierto que las autoevaluaciones que realizan los estudiantes no son pruebas objetivas que midan la cantidad y calidad del aprendizaje, combinadas con otros métodos de evaluación (entrevistas, exposiciones orales, etc.) pueden crear el clima propicio para la calibración, mostrando lo que el alumno cree saber y lo que el profesor está midiendo, aspecto imprescindible de la autorregulación (Hattie, 2013). Por otro lado, promover la autoevaluación y la evaluación por pares resulta útil para mejorar los resultados (Sanmartí, 2007) mejorando su autorregulación (Panadero y Alonso, 2014). La metodología metacognitiva basada en la autorregulación facilita el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje (Núñez, Solano, González-Pienda, Rosário y Solano, 2006; Hinojosa y Sanmartí, 2015). Los contenidos trabajados no eran novedosos en general para los alumnos, sin embargo, manifestaban sorpresa ya que, en sus palabras: *nunca hemos estudiado la física así, ¡los contenidos de física tienen sentido en la vida real!, nunca hasta ahora había comprendido la física ni su utilidad.*

Es necesario incorporar estos conceptos en el mundo educativo y lograr que el alumno sea responsable de sus propios procesos de aprendizaje, ampliando su repertorio de estrategias de aprendizaje y ayudándole a aplicarlos a las tareas de una manera autorregulada.

Agradecimientos

Con la financiación del proyecto KA219 del programa europeo Erasmus+ *ATELIER for STEAM* (2017-1-ES01-KA219-038352). *This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views*

only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Bibliografía

- Baker, L. y Brown, A. L. (1984). Metacognitive skills and reading. *Handbook of reading research*, 1(353), V394. New York: Longman.
- Campbell, D. y Stanley, J. (2005). *Diseños experimentales y cuasi experimentales en la investigación social*. Buenos Aires: Amorrortu [1ª edición en castellano 1973; novena reimpresión].
- Harks, B., Rakoczy, K., Hattie, J., Besser, M. y Klieme, E. (2014). The effects of feedback on achievement, interest and self-evaluation: the role of feedback's perceived usefulness. *Educational Psychology*, 34(3), 269-290.
- Hattie, J. (2013). Calibration and confidence: where to next? *Learning and Instruction*, 24, 62-66.
- Hinojosa, J. y Sanmartí, N. (2015). La autorregulación metacognitiva como medio para facilitar la transferencia en mecánica. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 12(2).
- Núñez, J. C., Solano, P., González-Pienda, J. A. y Rosário, P. (2006). Autorregulación del aprendizaje: un nuevo desafío del estudiante de enseñanza superior. *Infocop Online - Consejo General de la Psicología de España*. [Página Web] Recuperado de http://www.infocop.es/view_article.asp?id=1039.
- Panadero, E. y Alonso-Tapia, J. (2014). ¿Cómo autorregulan nuestros alumnos? Revisión del modelo cíclico de Zimmerman sobre autorregulación del aprendizaje. *Anales de Psicología*, 30(2), 450-462
- Pereda, S (1987). *Psicología Experimental: I. Metodología*. Madrid: Pirámide.
- Queiruga, M.A. (2009). *¡Física sí!: La física está en lo cotidiano*. A Coruña: Editorial Q.
- Sáiz, M.C. y Montero, E. (2015). Metacognition, Self-regulation and Assessment in Problem-Solving Processes at University. En A. Peña-Ayala (Ed.), *Metacognition: Fundamentals, Applications and Trends* (Vol. 76 series Intelligent Systems, pp. 107-133). Switzerland: Springer.
- Sáiz, M.C. y Queiruga, M. A. (2016). EAECFR. *Programa de intervención en conocimientos de física para alumnos de 4º de ESO*. [Página Web]. Recuperado de <http://www.analisisprotocolosfisica.com>
- Sáiz, M.C y Queiruga, M. A. (2018). Evaluación de estrategias metacognitivas: aplicación de métodos online. *Revista de Psicología y Educación*, 13, 23-35.
- Sanmartí, N. (2007). Hablar, leer y escribir para aprender ciencia. *La competencia en comunicación lingüística en las áreas del currículo*, 103-128. Colección Aulas de Verano. Madrid: MEC.
- Varela, P. (2002). *La resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias: aspectos didácticos y cognitivos*. [Memoria presentada para optar al grado de Doctor] Departamento de Didáctica y Organización Escolar, Facultad de Ciencias de la Educación - Centro de Formación del Profesorado, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.
- Vandeveldel, S., Van Keer, H., Schellings, G. y Van Hout-Wolters, B. (2015). Using think-aloud protocol analysis to gain in-depth insights into upper primary school children's self-regulated learning. *Learning and Individual Differences*, 43, 11-30.
- Veenman, M. V., Kok, R. y Blöte, A. W. (2005). The relation between intellectual and metacognitive skills in early adolescence. *Instructional Science*, 33(3), 193-211.

- Veenman, M. V. y Spaans, M. A. (2005). Relation between intellectual and metacognitive skills: Age and task differences. *Learning and individual differences*, 15(2), 159-176.
- Zimmerman, B. J. (2013). From cognitive modeling to self-regulation: A social cognitive career path. *Educational Psychologist*, 48(3), 135-147.
- Zimmerman, B. J. y Kitsantas, A. (2014). Comparing students' self-discipline and self-regulation measures and their prediction of academic achievement. *Contemporary Educational Psychology*, 39(2), 145-155.

Anexo

Objetivos y EAECFR unidades 1 y 10

Objetivos Unidad 1:

Conocer los fundamentos básicos del método científico.

Conocer el concepto de rayo y tipos de rayo, incidente y reflejado (la justificación de estos conceptos en la Unidad es que el profesor ha utilizado como ejemplo de aplicación del método científico el estudio de la reflexión de la luz).

- Explicar el concepto de magnitud física y su unidad de medida.
- Explicar el concepto de magnitud escalar.
- Explicar el concepto de magnitud vectorial.
- Explicar el concepto de error de medida.

Criterios de Evaluación Unidad 1:

Unidad 1: Método científico. Magnitudes físicas	1	2	3	4	5
Tema I. El método científico					
1.1. Puedo explicar las etapas de un procedimiento científico					
1.2. Puedo aplicar las pautas del método científico a situaciones cotidianas					
Tema II. Conceptos previos					
2.1. Puedo explicar el concepto de imagen					
2.2. Puedo explicar el concepto de rayo y efectuar una representación gráfica					
2.3. Puedo explicar el concepto de rayo incidente					
2.4. Puedo explicar el concepto de rayo reflejado					
2.5. Puedo explicar que es la línea normal					
2.6. Puedo explicar que es un rayo de incidencia					
2.7. Puedo explicar que es un rayo de reflexión					
Tema III. La medición					
3.1. Puedo definir el concepto de magnitud (longitud)					
3.2. Puedo definir el concepto de metro					
3.3. Puedo definir el concepto de unidad de medida					
3.4. Puedo explicar la acción de medir					
3.5. Puedo explicar qué es el SIU					
Tema IV. Las magnitudes físicas					
4.1. Puedo explicar el concepto de magnitud física					
4.2. Puedo enumerar las distintas magnitudes físicas					
4.3. Puedo explicar qué es una magnitud vectorial					
4.4. Puedo explicar el concepto de error de una medida					

Objetivos Unidad 10:

Conocer el concepto de índice de refracción

Conocer el concepto de ángulo límite

Comprender el fenómeno de reflexión total interna

Conocer el concepto de espectro visible

Comprender el fenómeno de dispersión de la luz

Criterios de Evaluación Unidad 10:

Unidad 10: Luz y color	1	2	3	4	5
Tema I. Luz					
1.1. Puedo definir el concepto de índice de refracción					
1.2. Puedo definir el concepto de ángulo límite					
1.3. Puedo explicar el fenómeno de reflexión total interna					
Tema II. Color					
2.1. Puedo definir el concepto de espectro visible					
2.2. Puedo definir el fenómeno de dispersión					
2.3. Puedo explicar a qué se debe el color de los cuerpos					