

TRABAJANDO PROYECTOS DE INDAGACIÓN CIENTÍFICA CON ESTUDIANTES DE BAJO RENDIMIENTO ACADÉMICO

Manuel Vidal López, Miguel Yebra Ferro y Membiela Iglesia, Pedro
Facultad de Ciencias de la Educación de Ourense, Universidade de Vigo

RESUMEN: Se ha abordado la realización y valoración de proyectos de indagación por su papel en la adquisición de competencias científicas y mejora de actitudes hacia la ciencia. Los datos obtenidos se basan en las respuestas de los estudiantes a un cuestionario tipo diferencial semántico y preguntas abiertas, y en la valoración retrospectiva del profesor al final del curso. Hay coincidencia entre los participantes en valorar la experiencia como interesante y entretenida, y en la percepción de que adquirieron diversas habilidades y conocimientos específicos de ciencias. También se muestran diferencias en cuanto a satisfacción, agradabilidad, participación, facilidad y organización. La principal conclusión es que estudiantes considerados de bajo rendimiento académico fueron capaces de finalizar de manera aceptable actividades tan complejas y exigentes como son los proyectos de indagación.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza-aprendizaje de las ciencias, proyectos de indagación, educación secundaria, programa de mejora del aprendizaje y rendimiento.

OBJETIVOS: El objetivo de este estudio fue a conocer la valoración de estudiantes de bajo rendimiento académico y profesor del diseño y puesta en práctica de tres proyectos de indagación científica en pequeño grupo.

MARCO TEÓRICO

Un importante aspecto de las recientes reformas educativas en la enseñanza de las ciencias es que implican un cambio para aprender ciencia haciendo ciencia (Krajcik, McNeill y Reiser, 2008), haciendo investigaciones científicas (Abd-El-Khalick et al., 2004) o desarrollando prácticas científicas como vehículo para formar ciudadanos capaces de tomar decisiones informadas y de razonar críticamente (Ricketts, 2014). Esa visión de la enseñanza de la ciencia incluye la comprensión de la ciencia, pero también hace hincapié en la comprensión de la naturaleza de la ciencia como actividad humana, incluyendo lo que los científicos hacen realmente y como se construye conocimiento en la ciencia (ver NGSS Lead States, 2013), a pesar de que dicha orientación de aprender investigando (NRC, 2000) supone importantes desafíos para profesores y estudiantes (Krajcik, Mamluk y Hug, 2001).

Algunos investigadores afirman que llevar a cabo auténticas investigaciones científicas en el aula es posible, aunque con ciertas excepciones (Bybee, 2006; Crawford, 2014; Roth, 1995). La ciencia de los

científicos difiere de la ciencia escolar (grado de sofisticación, uso de equipos complejos, alcance, duración) pero parece un objetivo razonable del profesorado ayudar a los estudiantes para aprender a pensar de manera similar a la de los científicos, hacer un tipo de trabajo similar y desarrollar conocimiento sobre los principios de la naturaleza de la ciencia (ver NGSS Lead States, 2013).

En una reciente revisión (Sadler, Burgin, McKinney y Ponjuan, 2010), se señaló que este tipo de experiencias ofrecen nuevas perspectivas sobre cómo se hace la ciencia y la naturaleza del conocimiento científico, además de favorecer el desarrollo intelectual de diferentes maneras, incluyendo el pensamiento crítico y el argumento científico (Crawford, 2014). Además, se ha indicado la alta satisfacción de los estudiantes en este tipo de experiencias, citando numerosos beneficios percibidos y un avance en su confianza para llevar a cabo más investigaciones (Russell, 2006).

El sistema educativo español no es ajeno a este nuevo enfoque, la implantación de la LOMCE y su desarrollo en el currículo básico de la educación secundaria obligatoria y bachillerato (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015) incluye, entre sus bloques de contenidos de la materia de Biología y Geología en la educación secundaria obligatoria, la realización de un trabajo de investigación que puede suponer una oportunidad de incluir la indagación como un progreso hacia modelo de enseñanza de las ciencias no centrado exclusivamente en la transmisión de conocimientos (Ferrés, Marbá y Sanmartí, 2015).

METODOLOGÍA

Participantes

La presente investigación se realizó en el IES Laguna de Antela de Xinzo de Limia (Ourense). Participaron 9 estudiantes (6 mujeres y 3 hombres) del segundo curso de PMAR (Programa de Mejora del Aprendizaje y del Rendimiento) de 3º ESO, con edades de 15-16 años, distribuidos en tres grupos de trabajo (3 participantes) donde ellos mismos eligen a sus compañeros y acuerdan el proyecto que diseñarán y pondrán en práctica durante seis meses aproximadamente.

Dicho programa está dirigido a estudiantes con dificultades de aprendizaje no imputables a la falta de trabajo y que no están en condiciones de promocionar, pudiendo obtener el título de Graduado en Educación Secundaria Obligatoria a través de una metodología específica y de una organización de los contenidos, actividades prácticas y materias del currículo diferente.

Instrumento

Se utilizó un cuestionario tipo diferencial semántico (ver Tabla 1), que además incluía cinco preguntas abiertas (¿Qué te gustó más/menos? ¿por qué?, ¿Qué te gustaría haber hecho?, ¿En qué te podría valer? y ¿Qué se podría hacer para mejorar?

El profesor contestó el mismo cuestionario y hizo una valoración retrospectiva de los proyectos a partir de las observaciones realizadas y recogidas en cada sesión.

RESULTADOS

Comparando la valoración de estudiantes y profesor

En los tres proyectos se muestran situaciones diferentes (Tabla 1):

En el proyecto 1, (¿Podemos resucitar insectos?) estudiantes y docente coinciden en una valoración positiva (muy/algo) en la mayoría de las escalas. También aparecen similitudes en las preguntas abier-

tas, con la referencia de estudiantes y docente de problemas dentro del grupo al inicio, y que una vez resueltos hicieron que el trabajo fuera más divertido, adquiriendo conocimientos sobre insectos, pudiéndose mejorar llevando el trabajo más al día.

En el proyecto 2 (*¿Es verdad que un huevo está malo cuando flota?*), se muestran similitudes en la valoración de estudiantes y docente en lo que se refiere al carácter muy interesante del proyecto. El resto de escalas muestran diferencias, con una valoración más positiva de los estudiantes, pero con posibilidad de mejora, según el profesor, en la participación, variedad de tareas y organización en el grupo. Los estudiantes no reconocen en sus valoraciones diversas cuestiones reflejadas en el relato del docente referidas a la heterogeneidad del grupo (falta de implicación durante la mitad del proyecto del componente del grupo de mayor capacidad intelectual). En la visión del docente, los estudiantes trabajaron en el proyecto de modo aislado, mostrando cierta falta de organización, incluso llegando a hacerse rutinario.

Tabla 1.

Valoración de estudiantes (E) y profesor (P) de los proyectos de indagación científica realizados. (La línea naranja delimita la valoración de los estudiantes, la azul la valoración del profesor y la verde la de estudiantes y profesor).

Proyecto 1	MUY	ALGO	REGULAR	ALGO	MUY					
Satisfactoria	E E E P					Insatisfactoria				
Interesante	E E E P					Sin interés				
Entretenida	E E P E					Aburrida				
Participativa	E E P E					No participativa				
Fácil		E		E	E P	Difícil				
Variada	E	E	P			Monótona				
Organizada	E	E	P	E		Desorganizada				
Agradable	F F P			E		Desagradable				
	14	5	6	2	4	1	0	0	0	0

Proyecto 2	MUY	ALGO	REGULAR	ALGO	MUY					
Satisfactoria	E E	E P				Insatisfactoria				
Interesante	E E E P					Sin interés				
Entretenida	E E E		P			Aburrida				
Participativa	E	E E		P		No participativa				
Fácil	E E		E P			Difícil				
Variada	E			E	P	Monótona				
Organizada	E E		E		P	Desorganizada				
Agradable	E	F E		P		Desagradable				
	15	1	8	4	1	2	0	1	0	0

Proyecto 3	MUY	ALGO	REGULAR	ALGO	MUY					
Satisfactoria	E	E	E	P		Insatisfactoria				
Interesante	E E	P	E	E		Sin interés				
Entretenida		E P E		E		Aburrida				
Participativa			E		P	No participativa				
Fácil		E	E	E	P	Difícil				
Variada	E		E	E	E	Monótona				
Organizada			E E E		P	Desorganizada				
Agradable	E	F		F		Desagradable				
	5	1	4	1	11	0	2	4	2	2

En el proyecto 3 (*¿Qué tipo de alimento les gusta más a las hormigas?*) se muestran diferencias en la valoración entre estudiantes y profesor y entre los estudiantes del grupo. En la valoración de los

estudiantes predomina una percepción “regular” en las diferentes escalas, atribuidas principalmente a dos componentes del grupo, lo que indica que los estudiantes reconocen que ni el proyecto ni el grupo funcionaron demasiado bien. La valoración negativa del profesor en la mayoría de las escalas se confirma en el relato retrospectivo, indicando la falta de implicación y participación de un alumno a lo largo de todo el proyecto, generando un mal ambiente dentro del grupo, pudiendo ser el origen de los problemas de funcionamiento.

Con la finalidad de visualizar mejor los resultados de la comparativa entre estudiantes y profesor de las diferentes dimensiones se han transformado los datos de la tabla 1 en valores numéricos (Figura 1). De su análisis podemos destacar:

1. La experiencia fue considerada por los tres grupos de estudiantes como muy/algo satisfactoria, mientras que el profesor sólo considera la experiencia muy satisfactoria en un grupo.
2. Los tres proyectos son valorados como muy/algo interesantes por los estudiantes, y muy interesantes por el profesor.
3. El profesor valora el carácter entretenido de los proyectos realizados más negativamente que los estudiantes.
4. Los estudiantes valoran positivamente su grado de participación en dos de los proyectos, mientras que el profesor hace una valoración heterogénea de la participación según el proyecto.
5. Hay claras discrepancias entre estudiantes y profesor en el referente a la organización dentro de los grupos. Mientras que dos proyectos son valorados positivamente por los estudiantes, el docente solamente valora positivamente un proyecto.
6. Los estudiantes valoran positivamente el carácter variado, agradable y la facilidad de los proyectos de indagación realizados, mientras que el profesor muestra diferencias en su valoración según el proyecto.

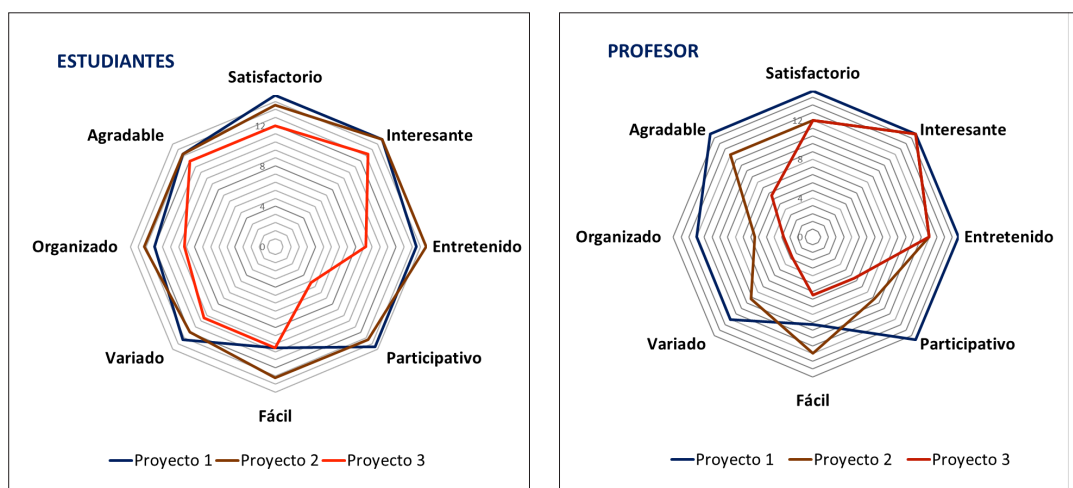


Fig. 1. Valoración global de estudiantes y profesor de los tres proyectos realizados. (Estudiantes: valoración muy positiva por estudiante y dimensión= 5; valoración muy negativa= 1. Profesor: valoración muy positiva por dimensión= 15; valoración muy negativa= 3. Puntuación máxima por dimensión para estudiantes y profesor= 15, puntuación mínima = 3).

En la tabla 2 se muestra a modo de resumen la valoración conjunta de estudiantes y profesor de los tres proyectos de indagación, considerando los resultados de las escalas del diferencial semántico y de las preguntas abiertas. Se pueden apreciar ciertas similitudes y diferencias en su valoración. Las coin-

ciencias se manifiestan en que los proyectos les parecieron satisfactorios, interesantes y entretenidos y que les permitieron adquirir conocimientos, aunque desde perspectivas diferentes. Los estudiantes relacionan su aprendizaje con la temática elegida, mientras que el profesor lo asocia con el trabajo experimental y la metodología científica. Además de ciertas diferencias sustanciales en la valoración en determinadas cuestiones en el grado de satisfacción y de participación en los proyectos de indagación realizados, lo que parece son diferencias en el enfoque, asociadas a los diferentes papeles y responsabilidades de los participantes, estudiantes y profesor.

Tabla 2.
Aspectos positivos y negativos más relevantes señalados por estudiantes y profesor en los tres proyectos de indagación realizados.

	ESTUDIANTES	PROFESOR
Aspectos positivos	<ul style="list-style-type: none"> – Experiencia considerada como muy o algo satisfactoria, interesante y agradable y bastante entretenida. – Participación y organización valorada positivamente en dos proyectos. – Valoran positivamente el carácter variado de los proyectos. – Destacan el aprendizaje de conocimientos específicos en sus proyectos (huevos, hormigas, insectos). 	<ul style="list-style-type: none"> – Proyectos valorados como muy interesantes y muy o algo entretenidos. – Valora la importancia de trabajar en grupo en este tipo de proyectos. – Ilusión inicial de los tres grupos a la hora de iniciar los proyectos, que va cambiando según el grupo. – Mejora de los estudiantes en el trabajo experimental y en la metodología científica. – Valora la importancia de que los estudiantes expusieran sus proyectos a los compañeros de 1º de ESO.
Aspectos negativos	<p>En proyectos concretos se señalan algunas cuestiones negativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Elaboración de la memoria final (3 estudiantes). – Malos olores (2 estudiantes). – Mejorable la organización del grupo (2 estudiantes). 	<ul style="list-style-type: none"> – Sólo considera la experiencia como muy satisfactoria en un grupo. – Valoración heterogénea de la participación de los estudiantes. – Valora el carácter variado y agradable según el proyecto. – Valora negativamente la organización en dos grupos.

CONCLUSIONES

La investigación previa ha señalado los importantes desafíos que suponen este tipo de trabajos para estudiantes y profesores (Krajcik, Mamlok y Hug, 2001). A pesar de diferentes problemas surgidos durante la realización de los proyectos (enfados entre estudiantes, discusiones entre profesor y estudiantes, falta de participación e implicación, poca experiencia de trabajo en grupo, escasa formación en ciencias e informática) es destacable que estudiantes considerados de bajo rendimiento académico fueran capaces de finalizar de manera aceptable trabajos tan complejos y exigentes como son los proyectos de indagación científica. Más si cabe, cuando uno de los proyectos de indagación científica fue reconocido como primer premio en la convocatoria autonómica del curso 2015-16 de los “*XVII galardones Luis Freire de investigación científica en la escuela en la modalidad de educación secundaria*”

La experiencia positiva de realizar proyectos de indagación con estudiantes de bajo rendimiento muestra similitudes y diferencias entre estudiantes y profesor. Similitudes en valorarla como interesante y entretenida, y en la percepción de que los estudiantes adquirieron diversas habilidades y conocimientos específicos de ciencias. También se apuntan diferencias, relacionadas con la satisfacción, agradabilidad, participación y facilidad, siendo más claras las diferencias en relación con la organización de los grupos, con una valoración más negativa del profesor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD-EL-KHALICK, F., BOUJAOUDE, S., DUSCHL, R., LEDERMAN, N. G., MAMLOK-NAAMAN, R. HOFSTEIN, A., y TUAN, H. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88, 397-419.
- BYBEE, R. W. (2006). Scientific inquiry and science teaching. In L. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science* (pp. 1-14). Dordrecht, the Netherlands: Springer Publishers.
- CRAWFORD, B.A. (2014). From inquiry to scientific practices in the science classroom. En Lederman, N. y Abell, S. (Eds.), *Handbook of research on science education. Vol II* (pp. 515-544). New York: Routledge.
- FERRÉS, C., MARBÁ, A. y SANMARTÍ, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: Instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 12(1), 22-37.
- KRAJCIK, J., MAMLOK, R. y HUG, B. (2001). Modern content and the enterprise of science: Science education in the twentieth century. En Corno, L. (Ed.), *Education across a century: The centennial volume* (pp. 205-238). Chicago: University of Chicago Press.
- KRAJCIK, J. S., MCNEILL, K. L. y REISER, B. J. (2008). Learning-goals-driven design model: Developing curriculum materials that align with national standards and incorporate project-based pedagogy. *Science Education*, 92, 1-32.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE (2015). Real Decreto 1105/2014 de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, 3 de enero de 2015, núm. 3, 169-546.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- (NRC) (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.
- NGSS Lead States (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: National Academies Press.
- RICKETTS, A. (2014). Preservice Elementary Teachers' Ideas about Scientific Practices. *Science & Education*, 23(10), 2119-2135.
- ROTH, W. M. (1995). *Authentic school science: Knowing and learning in open-inquiry laboratories*. Dordrecht: Kluwer.
- RUSSELL, S. H. (2006). *Evaluation of NSF support for undergraduate research opportunities: Draft synthesis report*. SRI International.
- SADLER, T. D., BURGIN, S., MCKINNEY, L. y PONJUAN, L. (2010). Learning science through research apprenticeships: A critical review of the literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(3), 235-256.