

Analizando Variables del Aprendizaje Basado en Proyectos

Analyzing Variables of Project Based Learning

Daniel Ruiz Castilla¹, Joaquín del Pino Fernández¹, Borja Millán Prior¹, Yolanda Ceada Garrido²
daniel.ruiz@diesia.uhu.es, joaquin.delpino@diesia.uhu.es, borja.millan@diesia.uhu.es, yolanda.ceada@sc.uhu.es

¹Departamento Ingeniería Electrónica, de Sistemas
Informáticos y Automática
Universidad de Huelva
Huelva, España

²Departamento de Pedagogía
Universidad de Huelva
Huelva, España

Resumen- La emisión de gases a la atmósfera se ha convertido en uno de los principales problemas de la sociedad actual. El avance de la ciencia y la tecnología podría ser una solución, pero la realidad de las aulas universitarias de ingeniería es que el número de estudiantes decrece progresivamente. Un grupo de investigación de la Universidad de Huelva desarrolla el proyecto *Sustainable Urban Race* (SUR) para incentivar las vocaciones técnicas en el alumnado preuniversitario. Mediante el uso del aprendizaje basado en proyectos (ABP) los centros participantes deben construir un vehículo solar que sea capaz de transportar al menos a una persona en un entorno urbano. El ABP tradicionalmente se ha asociado con la participación de los estudiantes y los buenos resultados, sin embargo, no todas las experiencias son suficientemente satisfactorias al requerir un alto grado de organización. Aunque se conocen muchas de sus claves de éxito, aún faltan estudios que analicen los mecanismos que influyen en el éxito o el fracaso de las experiencias. Este trabajo tiene por objetivo identificar y analizar aquellas variables del ABP que influyen en el resultado del aprendizaje a través de esta metodología durante dos ediciones del Proyecto SUR (2018 y 2019).

Palabras clave: *aprendizaje basado en proyectos, educación en ingeniería, ambiente de aprendizaje.*

Abstract- The emission of gases into the atmosphere has become one of the main problems of today's society. The advancement of science and technology could be a solution, but the reality of engineering university classrooms is that the number of students decreases progressively. A research group from the University of Huelva is developing the Sustainable Urban Race (SUR) project to encourage technical vocations in pre-university students. Through the use of Project-Based Learning (PBL) the participating centers must build a solar vehicle that is capable of transporting at least one person in an urban environment. PBL has traditionally been associated with student engagement and good results, however, not all experiences are satisfactory enough as they require a high degree of organization. Although many of its keys to success are known, there is still a lack of studies that analyze the mechanisms that influence the success or failure of experiences. The objective of this work is to identify and analyze those PBL variables that influence the learning outcome through this methodology during two editions of the SUR Project (2018 and 2019).

Keywords: *project-based learning; engineering education; learning environment.*

1. INTRODUCCIÓN

Desde el surgimiento del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) durante la primera década del siglo XVI en los campos de la Arquitectura e Ingeniería (Knoll, 1997), esta metodología no sólo se ha mantenido en uso, sino que se ha adaptado a la práctica educativa a lo largo del tiempo extendiéndose al resto de disciplinas. El ABP permite a los estudiantes adquirir conocimientos y habilidades clave a través de proyectos que responden a problemas de la vida real, lo que podría significar un mayor compromiso y motivación del estudiante (Robinson, 2013; Sukerti et al., 2020). Sin embargo, el enfoque basado en proyectos no siempre produce un mayor compromiso y resultados (Johnson & Delawsky, 2013).

Algunos estudios han resaltado la relevancia de una buena organización y planificación que evite el estrés en los estudiantes (Bédard et al., 2012; Schaddelee & McConnell, 2018), haciendo que los estudiantes se sientan efectivos y facilitando la colaboración grupal (Zhang et al., 2018). Sin embargo, no existen estudios que profundicen en aquellas variables que estimulan la motivación de los discentes hacia el aprendizaje a través del ABP.

Para realizar un primer análisis de las variables que intervienen en el desempeño académico al utilizar el método ABP, los autores utilizaron el modelo de Automotivación de Desarrollo Motivacional formulado por Skinner et al. (2008). Según esta perspectiva, las necesidades del alumnado se satisfacen y el compromiso aumenta, en la medida que los factores contextuales lo permiten. Es decir, el compromiso es mayor en las aulas donde los docentes apoyan la autonomía del discente, tienen altas expectativas y brindan retroalimentación clara y consistente; y donde las tareas son variadas, desafiantes, interesantes y significativas.

Este trabajo se divide en las siguientes secciones. Después de la introducción actual, se define el contexto en el que se llevó a cabo, a continuación, se describen la muestra, el proceso de recolección de datos y los instrumentos de medición. Se exponen los resultados obtenidos y finalmente, se comentan las conclusiones y posibles mejoras.

2. CONTEXTO

En una sociedad dónde los problemas ambientales y de contaminación tienen difícil solución, se hacen necesarias acciones educativas y de investigación que impulsen un cambio en nuestro estilo de vida, y nos ayude a avanzar hacia una sociedad sostenible. Sin embargo, las titulaciones técnicas cada año tienen menos estudiantes. La falta de vocaciones en Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (CTIM) aumenta la magnitud del problema, al ser la educación un factor determinante en el desarrollo y progreso de las sociedades (Wiek, et al., 2012).

El Proyecto Sustainable Urban Race (SUR) que desarrolla la Universidad de Huelva, tiene como objetivo promover la carrera científico-técnica entre los estudiantes preuniversitarios del suroeste de la Península Ibérica. En el proyecto SUR participa una red de centros de educación preuniversitaria, que mediante la metodología del ABP deben construir un vehículo solar de al menos 3 ruedas, que permita transportar a una persona en un entorno urbano.

El proyecto SUR se divide en tres fases:

- Conferencias Técnicas: acto de presentación de la normativa, las pruebas, los criterios de evaluación y las mejoras respecto a ediciones anteriores.
- Construcción de Vehículos: dura casi todo el curso escolar, en esta fase se realizan varias visitas a los centros para resolver dudas con la construcción del vehículo y valorar el desarrollo de cada proyecto. Además, se ofrecen cursos de formación al profesorado (programación de Arduino, metodología ABP, impresión 3D).
- Competición Pública: en la que todos los centros inscritos participan en una carrera con sus prototipos.

Este trabajo tiene por objetivo identificar y analizar aquellas variables del ABP que influyen en el resultado de aprendizaje a través de esta metodología durante dos ediciones del Proyecto SUR (2018 y 2019).

3. DESCRIPCIÓN

Participantes y recolección de datos

El proceso de recogida de datos se realizó en dos cursos académicos, 2018 y 2019. La muestra en 2018 fue de 103 alumnos, de los cuales el 34% eran de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), 37% de Bachillerato (BCH) y 29% de Ciclos Formativos (CF). El 38% tenían entre 14 y 16 años, el 54% entre 17 y 19 años y el 8% de 20 años o más. El 66% eran hombres y el 34% mujeres. Y en 2019 fueron 123 alumnos, de los cuales el 58% eran de ESO, el 17% de BCH y el 25% de CF. El 32% tenían entre 14 y 16 años, el 51% entre 17 y 19 años y el 17% de 20 años o más, y el 84% eran hombres y el 16% mujeres.

Para la recolección de datos se informó a los docentes sobre los objetivos del estudio en las Conferencias Técnicas. El instrumento de medición fue entregado a los estudiantes el día de la competición. Consistió en un formulario en línea

disponible en las aulas de informática. La participación fue voluntaria y se garantizó el anonimato.



Figura 1: Alumnos trabajando en el proyecto



Figura 2: Exposición de vehículos el día de la competición.



Figura 3: Entrega de premios.

Medición

En base al Modelo de Autosistema de Desarrollo Motivacional de Skinner et al. (2008), a la Teoría de la Complejidad ambiental de Shernoff (2013) y los avances en la conceptualización del constructo Compromiso Escolar

(*engagement*) (Christenson et al., 2012; Fredricks et al., 2016; Wang et al., 2016) se establecieron 9 variables.

Ésta variables fueron: Desafío (DE), Apoyo (AP), Autonomía (AU), Relación (RE), Autodeterminación (AD), Compromiso Emocional (CE), Compromiso Cognitivo (CC), Aprendizaje Técnico (AT) y Aprendizaje Transversal (AR).

Para medir la variable DE se utilizó la escala de *Student of Learning Gains* (Seymour et al., 1997), los ítems relacionados con el “Enfoque del Proyecto”. Se usó una escala de respuesta de cuatro puntos, que varió de 1 (nada) a 4 (mucho). Se utilizaron ítems como “el proyecto ha sido parte de la asignatura”, “... fue realista” o “... fue desafiante”.

Para medir AP se empleó la escala *Student of Learning Gains* (Seymour et al., 1997), los ítems relacionados con "Recursos del proyecto (estructura)". Preguntamos por el grado de satisfacción con diferentes aspectos a través de una escala de respuesta de cuatro puntos, desde 1 (insatisfecho) a 4 (muy satisfecho). Los ítems fueron: “¿Cómo de satisfecho se ha sentido con las herramientas y los sistemas utilizados para organizar el trabajo?”, “¿... con los consejos/orientación brindados por el/la docente?”, “¿... con la buena relación con los miembros del equipo?”, “¿... con la buena relación con el personal docente?” y “¿... con la experiencia general del proyecto como equipo?”.

La variable AU fue medida a través de la escala de Ruzek et al. (2016). Esta escala estaba compuesta por 5 ítems y cuatro opciones de respuesta que iban desde 1 (nunca) a 4 (siempre). Ítems como “Tomamos decisiones sobre cómo desarrollar el proyecto”, “Decidimos cómo realizar las actividades en grupo”, “Tuvimos discusiones muy estimulantes”, “Sentimos que podíamos liderar el proyecto nosotros mismos” o “El/la profesor/a nos aconsejó lo que necesitábamos”.

Para medir la variable RE se empleó la escala de Mikami et al. (2005), compuesta por 3 ítems y cuatro opciones de respuesta que iban de 1 (ninguno) a 4 (todos). Los ítems fueron: “¿Cuántos colegas del equipo respetaron y escucharon tus opiniones?”, “¿Cuántos compañeros ignoraron tus opiniones?” o “¿Con cuántos compañeros del proyecto te llevaste bien?”.

La variable AD se midió a través de la escala de Midgley et al. (2000). Esta escala tenía 3 ítems y cuatro opciones de respuesta que iban desde 1 (nada) a 4 (mucho). Se utilizaron los ítems: “Durante la realización del proyecto sentí que podía realizar todas las tareas que se me propusieron”, “Creí que podía dominar todos los contenidos del proyecto” o “Pensé que lo hacía bien incluso en las tareas más difíciles”.

Para medir el constructo multidimensional del Compromiso, se utilizaron las escalas de Fredricks et al. (2004 y 2016) y Wang, et al. (2016), mediante escalas de cuatro puntos que iban desde 1 (muy en desacuerdo) hasta 4 (totalmente de acuerdo). La dimensión CE constaba de los siguientes ítems: "Me gustó participar en el proyecto", "Disfruté aprendiendo cosas nuevas", "Entendí lo que hicimos durante el proyecto" y "Me sentí bien trabajando". Y la dimensión CC: “Revisé el trabajo para ver qué era bueno”, “Pensé en las diferentes formas de resolver una tarea”, “Intenté conectar lo que hacíamos con lo que ya sabía” o “Intenté aprender de mis errores cuando algo no salió bien”.

Para medir AT y AR se utilizaron los objetivos de aprendizaje diseñados por los organizadores. Se utilizó una escala de respuesta de cuatro puntos, que varió de 1 (nada) a 4 (mucho). Los ítems de AT fueron: “He aprendido a diseñar y construir un vehículo capaz de transportar a una persona sin romperse”, “... a administrar programas de diseño mecánico”, “... a diseñar y construir circuitos electrónicos sencillos”, “... a instalar el cableado del vehículo, los paneles solares y conectarlos con las baterías”, “... a manejar herramientas tipo alicates, pelacables, multímetro...” y “... a aplicar principios básicos de programación a través de la plataforma ARDUINO”. Los ítems para medir AR fueron: “A través de este proyecto he aprendido ayudar a preservar el medio ambiente”, “... a realizar proyectos originales”, “... a escribir proyectos”, “... a aprender por mi cuenta”, “... a organizar tareas”, “... a trabajar en equipo” y “... a tener iniciativa”.

4. RESULTADOS

Se realizó un análisis estadístico para verificar el supuesto de normalidad de las variables utilizadas en ambos años. Además, se realizó un análisis de asimetría y curtosis (ver Tablas 1 y 2). Estos análisis según Curran et al. (1996) establecen los límites, en valores absolutos, hasta que el comportamiento puede considerarse cercano a la normalidad, para valores entre 2 para asimetría y 7 para curtosis. Los resultados mostraron que los valores de ambas pruebas estadísticas cumplieron con esta regla, por lo que se aceptó la condición de normalidad.

En la Tabla 1 observamos que en 2018 la variable CE es la que registra mayor puntuación, seguida de la variable CC. Y la variable AT la que menor puntuación obtuvo, junto con AD. Por otro lado, las variables AU y CE obtuvieron un valor mínimo superior al resto de variables.

Tabla 1
Resultados descriptivos de las variables de 2018

	2018						
	N	Mean	SD	Asy	Kurt	Min	Max
DE	103	3.28	.89	-1.24	.77	1	4
AP	103	3.34	.76	-1.81	3.33	1	4
AU	103	3.26	.48	.04	-.97	2	4
RE	103	3.04	.52	-.04	1.91	1	4
AD	103	2.99	.76	-.19	-1.02	1	4
CE	103	3.62	.51	-1.29	1.18	2	4
CC	103	3.37	.55	-.72	.96	1	4
AT	103	2.85	.72	-.48	.32	1	4
AR	103	3.12	.55	-.70	1.24	1	4

En la Tabla 2 se observa que en 2019 la variable CE es la que registra mayor puntuación, seguida de la variable AR. Las variables que menor puntuación obtuvieron fueron RE y AU. Por otro lado, sólo la variable AP obtuvo el valor mínimo (1) en comparación con el resto. Además, la variable CE obtuvo un valor mínimo significativamente superior al resto de variables observadas.

Tabla 2
Resultados descriptivos de las variables de 2019

2019							
	N	Mean	SD	Asy	Kurt	Min	Max
DE	123	3.32	.46	.13	-1.05	2	4
AP	123	3.34	.80	-1.84	2.92	1	4
AU	123	3.12	.48	-.03	-.29	2	4
RE	123	2.89	.40	.43	1.56	2	4
AD	123	3.22	.56	.04	-.86	2	4
CE	123	3.67	.43	-.84	-.92	3	4
CC	123	3.34	.62	-.43	-.79	2	4
AT	123	3.13	.55	.01	-.48	2	4
AR	123	3.38	.53	-.77	.52	2	4

También se realizó un análisis de correlación bilateral de todas las variables (ver Tablas 3 y 4). Según éste en 2018 las variables AT y AR tienen buenos índices de correlación con todas las variables excepto DE. Y en 2019 AT y AR tienen buenos índices de correlación con todas las variables excepto AP.

Tabla 3
Análisis correlaciones variables 2018

	DE	AP	AU	RE	AD	CE	CC	AT	AR
DE	1								
AP	-,124	1							
AU	,086	,176	1						
RE	,086	,125	,438**	1					
AD	,034	,075	,529**	,506**	1				
CE	,072	,297**	,368**	,397**	,331**	1			
CC	,059	,296**	,548**	,471**	,519**	,639**	1		
AT	,079	,194*	,264**	,293**	,272**	,336**	,362**	1	
AR	,030	,342**	,356**	,311**	,364**	,369**	,439**	,641**	1

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 4
Análisis correlaciones variables 2019

	DE	AP	AU	RE	AD	CE	CC	AT	AR
DE	1								
AP	-,100	1							
AU	,553**	-,072	1						
RE	,204	-,039	,487**	1					
AD	,428**	-,114	,567**	,340**	1				
CE	,411**	,152	,353**	,261*	,379**	1			
CC	,467**	-,032	,525**	,413**	,625**	,627**	1		
AT	,428**	-,003	,449**	,248*	,656**	,359**	,541**	1	
AR	,377**	,152	,466**	,204	,444**	,432**	,567**	,531**	1

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

5. CONCLUSIONES

Los datos de este estudio proceden del análisis del proyecto SUR, y se obtuvieron durante dos cursos académicos sucesivos 2018-2019 y 2019-2020. Doscientos veintiséis estudiantes preuniversitarios participaron en este proyecto en ambas ediciones, con el objetivo de construir un vehículo eléctrico utilizando energía solar.

En virtud a los datos obtenidos cabe destacar que en ambas ediciones los alumnos y alumnas del proyecto muestra altos niveles de compromiso emocional y cognitivo. Se puede afirmar que el alumnado está altamente comprometido con la elaboración del proyecto. No obstante, los resultados muestran que los niveles de aprendizaje técnico, según la opinión del alumnado podrían ser mejorados, así como el grado de autonomía proporcionado por los docentes.

En cuanto al objetivo de este estudio: "Identificar y analizar aquellas variables del ABP que influyen en el resultado del aprendizaje a través de esta metodología durante dos ediciones del Proyecto SUR (2018 y 2019)" y en virtud de los datos analizados, se puede concluir que las variables: Autonomía, Relación, Autodeterminación, Compromiso Emocional y Compromiso Cognitivo influyen favorablemente en los aprendizajes Técnico y Transversal. No obstante, no ha quedado clara la influencia de las variables Desafío y Apoyo, éstas últimas están más relacionadas con la práctica docente que con la actitud del alumnado ante el aprendizaje.

En base a todo lo anterior, se reconoce ampliamente que la principal fortaleza del ABP es su capacidad para motivar e involucrar a los estudiantes en el aprendizaje. A pesar de existir evidencias de los factores que intervienen en el éxito de esta metodología, faltan estudios que los sustenten y relacionen, ofreciendo una visión integral.

Se proponen como trabajos futuros profundizar en las variables Desafío y Apoyo para conocer más sobre su influencia en el aprendizaje dentro del marco de esta metodología, así como incluir en la muestra un grupo de control que permita contrastar los datos obtenidos al impartir la docencia mediante la metodología tradicional y los resultantes de la metodología ABP.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es una contribución del Proyecto *Sustainable Urban Race* (SUR) de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) del Ministerio de Ciencia e Innovación (Nº: FCT-19-14492) y el Grupo de Control y Robótica del Universidad de Huelva (España).

REFERENCIAS

- Bédard, D., Lison, C., Dalle, D., Côté, D., & Boutin, N. (2012). Problem-based and Project-based Learning in Engineering and Medicine: Determinants of Students' Engagement and Persistence. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 6(2), 8–22. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1355>
- Christenson, S. L., Reschly, A. L., & Wylie, C. (2012). *Handbook of Research on Student Engagement* (Springer). <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7>
- Curran, P. J., West, S. G., & Finch, J. F. (1996). The robustness of test statistics to nonnormality and specification error in confirmatory factor analysis. *Psychological Methods*, 1(1), 16–29. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.1.1.16>
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59–109. <https://doi.org/10.3102/00346543074001059>
- Fredricks, J. A., Wang, M. Te, Schall Linn, J., Hofkens, T. L., Sung, H., Parr, A., & Allerton, J. (2016). Using qualitative methods to develop a survey measure of math and science engagement. *Learning and Instruction*, 43, 5–15. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.01.009>
- Johnson, C. S., & Delawsky, S. (2013). Project-based learning and student engagement. *Academic Research Interanational*, 4(4), 560–571.
- Knoll, M. (1997). The project method: Its vocational education origin and international development. *Journal of Industrial Teacher Education*, 34(3), 59 – 80.
- Midgley, C., Maehr, M. L., Hruda, L. Z., Anderman, E., Anderman, L., Freeman, K. E., ... Urdan, T. (2000). *Manual for the Patterns of Adaptive Learning Sciences (PALS)*. In Ann Arbor. University of Michigan Press.
- Mikami, A. Y., Boucher, M. A., & Humphreys, K. (2005). Prevention of peer rejection through a classroom-level intervention in middle school. *Journal of Primary Prevention*, 26(1), 5–23. <https://doi.org/10.1007/s10935-004-0988-7>
- Robinson, J. K. (2013). Project-based learning: Improving student engagement and performance in the laboratory. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 405(1), 7–13. <https://doi.org/10.1007/s00216-012-6473-x>
- Ruzek, E. A., Hafen, C. A., Allen, J. P., Gregory, A., Mikami, A. Y., & Pianta, R. C. (2016). How teacher emotional support motivates students: The mediating roles of perceived peer relatedness, autonomy support, and competence. *Learning and Instruction*, 42, 95–103. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.01.004>
- Schaddelee, M., & McConnell, C. (2018). Analysing student perceptions to enhance engagement: An interdisciplinary, project-based learning programme. *Journal of International Education in Business*, 11(2), 161–177. <https://doi.org/10.1108/JIEB-09-2017-0034>
- Seymour, E., Wiese, D., Hunter, A. ., & Daffinrud, S. (1997). *Student Assessment of Learning Gains (SALGains)* (W. C. for Educational & M. Research, University of Wisconsin-Madison, eds.). Madison.
- Shernoff, D. J. (2013). *Optimal learning environments to promote student engagement*. (Springer). New York.
- Skinner, E., Furrer, C., Marchand, G., & Kindermann, T. (2008). Engagement and Disaffection in the Classroom: Part of a Larger Motivational Dynamic? *Journal of Educational Psychology*, 100(4), 765–781. <https://doi.org/10.1037/a0012840>
- Sukerti, G. N. A., Yuliantini, N. N., & Susana, K. Y. (2020). Students' Voices and Choices in Project-Based Learning: Driving Engagement through Essay Writing and Infographic Design. 226(Icss), 607–618. <https://doi.org/10.2991/icss-18.2018.122>
- Wang, M. Te, Fredricks, J. A., Ye, F., Hofkens, T. L., & Linn, J. S. (2016). The Math and Science Engagement Scales: Scale development, Validation, And psychometric properties. *Learning and Instruction*, 43, 16–26. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.01.008>
- Wiek, A., Ness, B., Schweizer-Ries, P., Brand, F. S., & Farioli, F. (2012). From complex systems analysis to transformational change: A comparative appraisal of sustainability science projects. *Sustainability Science*, 7(SUPPL. 1), 5–24. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0148-y>
- Zhang, J., Xie, H., & Li, H. (2018). Project based learning with implementation planning for student engagement in BIM classes. *International Journal of Engineering Education*, 35(1), 310–322.