

La robótica como metodología de aprendizaje de circuitos eléctricos en estudiantes de enseñanza básica y media en Chile

Israel Mena Mena

Colegio Adventista de Talcahuano Centro

israel.hmm@gmail.com

Resumen

En esta investigación se presenta una experiencia concreta de trabajo con robótica como metodología de aprendizaje basado en proyectos (ABP) para facilitar el aprendizaje de los circuitos eléctricos en la asignatura de Física en alumnos de enseñanza media. El enfoque desarrollado se basa en la propuesta de un solo proyecto para todo el grupo curso que corresponde a la construcción de un robot seguidor de luz, en donde los objetivos no son excluyentes al desarrollo técnico del proyecto, sino que permiten experimentar un método de aprendizaje alternativo, colaborativo y que facilitan la creación un entorno favorable para el desarrollo de competencias transversales. Esto conlleva a una internalización, es decir, a un aprendizaje significativo en el proceso de aprendizaje de cada estudiante.

Palabras claves: Robótica, ABP, aprendizaje colaborativo, circuitos eléctricos.

Introducción

Este documento presenta un modelo de aprendizaje basado en proyectos (ABP) basado en teorías socio-cognitivas enmarcadas tanto por Ausubel, como en Vygotsky.

Ausubel presenta la idea de un aprendizaje significativo, lo cual se traduce como una teoría del aprendizaje que se ocupa de los procesos mismos que cada persona utiliza para aprender. Sin embargo, desde esta perspectiva no se tratan temas relativos a la psicología en sí, sino que el énfasis está dado en lo que ocurre en el aula cuando los estudiantes aprenden en la naturaleza de ese aprendizaje, en las condiciones que se requieren para que éste se produzca, en sus resultados y, consecuentemente, en su evaluación (Ausubel, 1976).

Por otro lado, Vygotsky se centra en que el aprendizaje se da de mejor forma mediante la participación activa y funcional de los estudiantes con el medio que les rodea, siendo el desarrollo cognoscitivo producto de un todo un proceso colaborativo, es decir, para lograr un aprendizaje no basta con el tener la teoría, sino que quien aprende lo hace llevando a la práctica, y a la vez, vinculándose con el medio que lo rodea y su contexto (Vygotsky, 1996; Baquero, 1997).

Los ambientes de aprendizaje permiten activar procesos socio-cognitivos que propician un aprendizaje significativo en el estudiante y las destrezas necesarias para desempeñarse y desenvolverse adecuadamente en diversos contextos, por complejos que sean, que requiere la sociedad (Barriga, 2003; Monsalves González, 2011; Faúndez et al, 2015). Estos espacios son generados gracias a las relaciones e interacciones que ocurren en el aula de clase entre los estudiantes y docentes, y entre ellos con los recursos con los que se cuenta. (Bravo & Forero, 2012) Además, generando estos espacios las clases dejan de ser las tradicionales, por

consiguiente, para los estudiantes dejan de ser aburridas, monótonas y parejas, entrando así al dinamismo del uso de la tecnología como un recurso para el aprendizaje (Faúndez et al, 2014).

Teniendo en consideración los puntos anteriormente mencionados, en donde toma importancia la metodología de ABP, el aprendizaje, para ser llevado de una manera significativa, es necesario realizarlo de manera colaborativa e impulsado en el interés de cada estudiante. (Bruce & Marsha, 2009). Es por ello que el trabajo de laboratorio toma una gran relevancia en los estudiantes al momento del proceso enseñanza-aprendizaje (López & Tamayo, 2012). Con la creación de robots se les permitirá a los educandos adquirir conocimientos, habilidades y actitudes relacionadas al aprendizaje de circuitos eléctricos (Druin & Hendler, 2000).

Dentro de las habilidades de pensamiento científico presentes para el tema de estudio en cuestión, se ha elegido “*Evaluar las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales que involucra el desarrollo científico y tecnológico*” (MINEDUC, Programa de Estudio Octavo Año Básico, 2016) como eje, ya que mediante el desarrollo del trabajo práctico se puede discutir sobre los factores ambientales debido al impacto o no que realice el mismo al medio en el cual nos encontramos inmersos llamado ambiente y así cualquier otra implicancia que pueda llevarse a cabo mediante la discusión enfocada en el avance tecnológico y científico y su impacto en el mundo actual (Rival, 2010). Lo cual sirve para el desarrollo de un trabajo colaborativo con implicancias científicas, lo que se traduce en un aprendizaje de tipo experimental y sociocultural (Carrera & Mazzrella, 2001).

Por otro lado, dentro de la red de contenidos planteados para los mismos cursos en cuestión establece dentro de los aprendizajes esperados poder trabajar con circuitos simples en donde se armen tanto circuitos en serie como en paralelo (MINEDUC, Programa de Estudio Cuarto Año Medio, 2009).

Fundamentación Teórica

Para los estudiantes de básica y enseñanza media en Chile resulta bastante complicado aprender ciencias naturales, y en especial física (Briceño et al, 2011). En particular nos centraremos en el estudio de circuitos eléctricos en la educación chilena, ya que hasta el año recién pasado sólo se encontraba en su último año de educación media, salvo aquellos estudiantes que, con el cambio curricular vigente en Chile, se ven enfrentados a dicha temática en Octavo año básico (a partir del año 2016). Es por esto que se presenta el trabajo a través de la metodología de ABP, el cual estará centrado en la construcción de un robot seguidor de luz, temática la cual para los estudiantes es mucho más interesante debido a la metodología de trabajo (Grimheden & Hanson, 2003; Odorico, 2004).

Al trabajar en circuitos eléctricos es necesario poder conocer y estar familiarizados con los diversos tipos de circuitos eléctricos, ya sean en serie: los que tienen una configuración de conexiones en la que los terminales de los dispositivos están unidos para un solo circuito los que se conectan secuencialmente (ver figura 1), circuitos en paralelo: aquellos que tienen una configuración de conexión donde los puertos de entrada de todos los dispositivos conectados coincidan entre sí, de igual forma para sus terminales de salida (ver figura 1.2) o circuitos

mixtos: los que corresponden a una combinación de los dos antes mencionados (ver figura 1.3) (Resnick et al, 1998; Young et al, 2009).

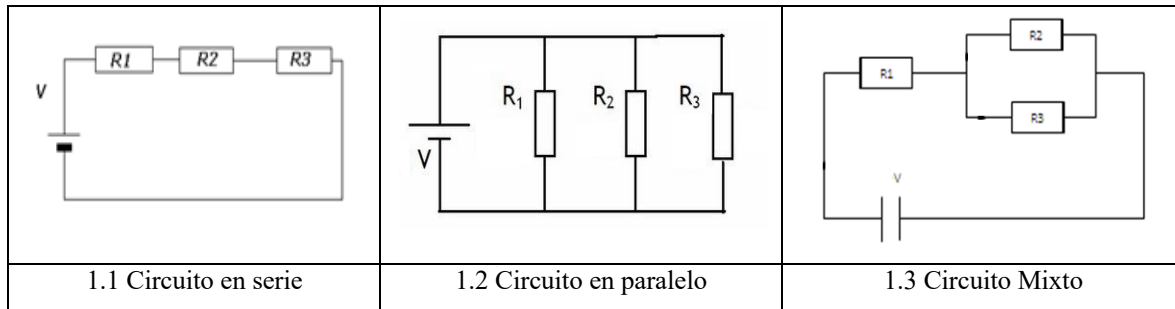


Figura 1. Esquemas tipos de circuitos hechos con resistencias. [realizado con el software Livewire]

Por otro lado, diversos autores presentan la importancia del trabajar con robótica educativa y los grandes avances que implica el usar este método de diversas formas. En la Tabla 1 se pueden apreciar algunos ejemplos.

Tabla 1. Textos relacionados con la robótica educativa en nivel primario, secundario y universitario.

Autor	Título	Conceptos Aplicados	Descripción
Odorico (2005)	La robótica desde una perspectiva pedagógica (Odorico A. H., 2005)	Robótica educativa	Propone el trabajo con un software de simulación a fin de facilitar la comprensión de la robótica con las ventajas que esto proporcionaría a los estudiantes.
Ierache et al. (2008)	Robots y Juguetes Autónomos una oportunidad en el Contexto de las nuevas Tecnologías en Educación	TICs y Robótica	Presenta experiencias en el contexto de las TICs, enfocadas en robótica. Se presentan específicamente aquellas que contribuyen a la conformación de un laboratorio en robótica.
Ponce y Medar (2008)	Implementación de un Robot móvil de bajo costo para laboratorio en cursos de Ingeniería Mecánica.	Robótica educativa y electrónica	Presenta un robot móvil de bajo costo para ser utilizado en laboratorio, en donde se trabaja con circuitos electrónicos.
González y Jiménez (2009)	La robótica como herramienta para la educación en ciencias e ingeniería.	Robótica educativa y ciencias	Propone el trabajo con un robot el cual se caracteriza por ser de bajo costo, modularidad y cooperativismo, todo lo que se traduce en mejores resultados por parte de los aprendices.
Monsalves (2011)	Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente.	Robótica educativa	Muestra la importancia de la Robótica Educativa, descubrir sus potencialidades y conocer las dinámicas que se generan al trabajar con esta metodología.
Hepp et al. (2013)	Tecnología robótica en contextos escolares vulnerables con estudiantes de la etnia Mapuche.	Robótica educativa	Presenta un trabajo de robótica enfocado a la etnia Mapuche en la etapa pre-escolar y escolar del primer ciclo, y la importancia de la capacitación docente en robótica.
Brito (2018)	Robótica Pedagógica: uma análise praxeológica da implementação de oficinas na escola pública.	Robótica educativa	Este artículo analiza la implementación de talleres de robótica pedagógica en una escuela pública. Por lo tanto, el objetivo principal del texto es evaluar algunos kits y

			su aplicación como un recurso facilitador para el proceso de aprendizaje.
Pereira de Sousa y Ribeiro Machado (2019)	Robótica Educacional em escolas públicas.	Robótica educativa	Propone la búsqueda de metodologías que pudieran aliviar el déficit de aprendizaje, en ello la robótica educativa se utilizó como estrategia pedagógica. El objetivo era evaluar la robótica educativa como una estrategia para motivar el aprendizaje.

Tras ver la tabla anterior podemos percibir que existen trabajos los cuales presentan una conexión entre el aprendizaje de un perfil pedagógico asociado a la robótica, pero lamentablemente estos están enfocados en su mayoría para la educación superior. Es por esto que este trabajo enfocado en la enseñanza primaria (de segundo ciclo) y secundaria toma un gran realce, enfocándose en robótica para el aprendizaje de circuitos eléctricos.

Metodología

Teniendo clara la configuración de cada uno de los circuitos anteriormente mencionados y relacionando la estructura del circuito con algunas leyes asociadas a los aprendizajes esperados para los estudiantes de enseñanza media, por ejemplo, leyes de Ohm y Kirchoff (Young, Sears, Zemansky, & Freedman, 2009), podemos adentrarnos en el montaje eléctrico del robot seguidor de luz a utilizado como ABP.

El circuito realizado corresponde a un circuito mixto (ver figura 2), ya que en él se pueden identificar tanto circuitos en serie como en paralelo. Para poder comprender el circuito mismo, es necesario conocer cada una de sus partes. Para ello, se puede observar la tabla 2 en donde se presenta la simbología y descripción de cada pieza correspondiente al robot seguidor de luz.

En el circuito propuesto en la Figura 2 los LDR (fotorresistencias) al captar la luz hacen que la resistencia baje y tienda a cero, en cambio si no le llega luz esta sube y tiende a millones de ohmios. Por otro lado, la función que cumplirán los transistores (ver Figura 2) será de interruptores que permitirán distintas conexiones en los circuitos.

Al entrar luz por el LDR, el transistor "Q1" se encontrará abierto, permitiendo así que la corriente fluya por la resistencia R4 pasando luego al LED "D1" que, al encenderse, entregará una cantidad de voltaje a la base del transistor "Q2", lo que permite que el motorreductor funcione. En caso contrario, es decir, si no entra luz por el LDR la resistencia del mismo aumentará altamente, provocando así que ya no llegue voltaje a la base del transistor "Q1", por consiguiente, el circuito se abrirá y ya dejará de entregarse voltaje al transistor "Q2" y dejará de funcionar el motorreductor.

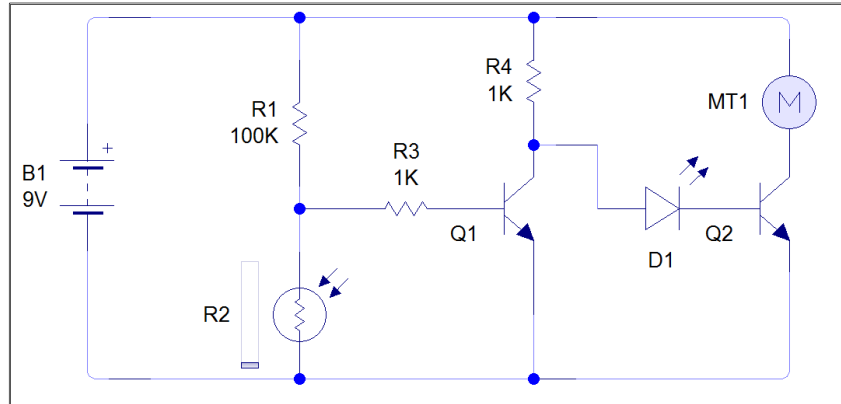


Figura 2. Esquema del circuito realizado para el robot seguidor de luz.[realizado con el software Livewire]

Tabla 2. Simbología e imágenes de referencia de los componentes del circuito eléctrico.

Nombre	Simbología	Descripción (Serway & Jewett, 2009)
LDR o Fotorresistencias		Componente electrónico cuya resistencia disminuye a medida que incrementa la intensidad de luz incidente.
Resistencias		Componente electrónico que cumple la finalidad de poder controlar la corriente en diferentes partes del circuito montado.
Transistores		Componente electrónico semiconductor utilizado para entregar una señal de salida en respuesta a una señal de entrada.
LED o Diodo		Componente electrónico pasivo, el que obtiene su nombre de la sigla en inglés correspondiente a light-emitting diode: “diodo emisor de luz”.
Motor (motorreductor)		Aparato mecánico el cual corresponde a la parte sistemática de una máquina capaz de hacer funcionar el sistema.
Batería		Aparato electromagnético capaz de acumular energía eléctrica y suministrarla.

Para poder construir el robot seguidor de luz será necesario hacer dos montajes idénticos mostrados en la Figura 2 en una protoboard.

Para el montaje mecánico del robot seguidor de luz será necesario poder separar la sensibilidad de las dos fotorresistencias, de manera tal que la luz que llegue por los costados sólo sea dirigida al LDR que se encuentra en ese lado y no al otro, pero que a su vez que la luz que llegue de frente pueda ser percibida por ambas fotorresistencias (ver figura 3). Para esto bastará con hacer un cono de papel que envuelva al LDR (ver figura 4).

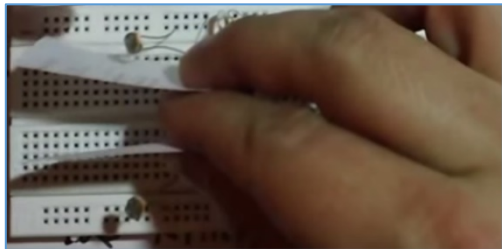


Figura 3. Separación de LDR

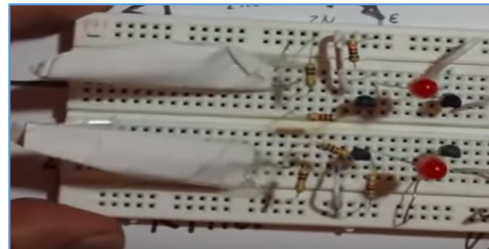


Figura 4. Envoltura LDR

Para el montaje de los motorreductores se debe tener la consideración de que deben posicionarse en el lado opuesto al de su conexión en la protoboard, es decir, si se hace la conexión en el lado izquierdo de la protoboard, el motorreductor se ubicará en el lado derecho de la misma, a fin de que cuando entre luz por un solo LDR este se direccionará al lugar proveniente de la luz. Éstos deberán ser fijados a un tercio en la protoboard (ver Figura 5) con el propósito de que la batería pueda ser puesta en la parte posterior y así pueda levantarse la base y nuestro robot pueda desplazarse de mejor manera. Una vez fijados los motorreductores se colocan las ruedas plásticas para que se pueda desplazar. Finalmente, en la parte posterior se ubica la batería de 9 volts para que haga el contrapeso necesario (ver figura 6).

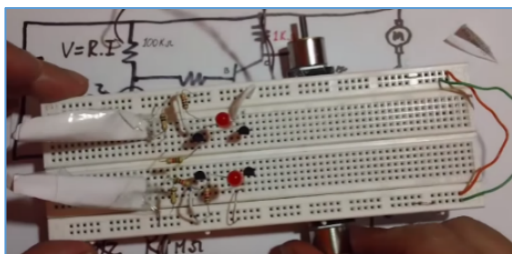


Figura 5. Montaje de motorreductores

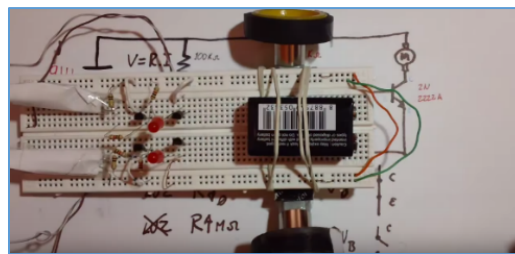


Figura 6. Montaje con batería integrada al sistema

Tras la realización del proyecto se aplicó una rúbrica a los estudiantes, tanto de tercero como cuarto medio, a fin de poder indagar cómo fue realizada su experiencia, qué cosas y cómo pudieron aprender. La rúbrica utilizada (figura 7) es una adaptación enfocada a las necesidades evaluativas del proyecto llevado a cabo (Ramírez, et al, 2013).

Resultados

Para verificar la eficacia de la metodología utilizada, ésta fue aplicada en un colegio de la octava región de Chile por un periodo de 4 años. En la Tabla 2 se describe las características de los grupos de estudio. Tal como indica la Tabla 3, esta experiencia fue realizada en dos colegios particulares subvencionados de la Región del Biobío, con estudiantes de Octavo Básico y Cuarto Año Medio, durante cada segundo semestre del año escolar a partir del año 2016 y terminando en el año 2019. Los estudiantes de cuarto año medio realizaron el proyecto en la asignatura de física, mientras que los alumnos de Octavo año básico lo hicieron en Ciencias Naturales.

Rúbrica: Proyecto Grupal

Nombre: _____ Curso: _____ Fecha: _____

La presente rúbrica tiene como objetivo retroalimentar el proceso de trabajo en equipo, por lo que se te pide contestes de manera HONESTA EL DESEMPEÑO DE TU EQUIPO DE TRABAJO, para ello marca con una equis (X) en el casillero que corresponda a tu respuesta.

EL EQUIPO DE TRABAJO	Si	Mediana-mente	No
INTEGRACIÓN			
Se familiariza con los conocimientos y la experiencia de cada miembro.			
Identifica y utiliza el conjunto de habilidades de cada miembro.			
ORGANIZACIÓN			
Establece los objetivos de enfoque adecuado al proyecto.			
Divide el trabajo en sub-tareas con límites y plazos de entrega.			
Define los estándares de calidad para juzgar la contribución de los miembros.			
Tienen entre sí la responsabilidad de avanzar hacia la meta del proyecto.			
INTERACCIÓN			
Cada miembro del equipo ofrece y acepta la crítica constructiva y la retroalimentación.			
Es capaz de negociar y hacer acuerdos.			
Cada miembro escucha atentamente las ideas de otros miembros.			
A cada miembro se le da tiempo para la discusión de igualdad.			
Los miembros del equipo buscan información el uno del otro (en colaboración).			
Los miembros del equipo muestran cortesía y respeto por los demás.			
Funciona de la manera requerida de acuerdo a una división bien coordinada del trabajo.			
Existe comunicación entre los diversos grupos de trabajo.			
FUNCIONAMIENTO			
Se tiene una definición clara de las expectativas de cada miembro.			
Definen los mecanismos para coordinar y comunicarse con los miembros.			
Cada miembro del equipo hace una contribución significativa.			
Realizan reuniones regularmente.			
Cada miembro del equipo tiene una participación significativa en el trabajo.			
CALIDAD DE LOS RESULTADOS			
Se cumplieron los objetivos establecidos por el instructor.			
Termino sus tareas a tiempo.			
Sus resultados son de alta calidad.			
CONOCIMIENTOS DUROS			
Mediante el trabajo realizado es capaz de aplicar satisfactoriamente la Ley de Ohm			
Mediante el trabajo realizado es capaz de aplicar satisfactoriamente la Ley de Kirchhoff			
Mediante el trabajo realizado es capaz de diferenciar un circuito en serie de uno en paralelo			
Mediante el trabajo realizado es capaz de reconocer cada componente del circuito			
Mediante el trabajo realizado es capaz de saber para qué sirve cada componente del circuito			

Figura 7. Rúbrica utilizada a modo de auto y co-evaluación.(Fuente: realización autor)

El ambiente de aprendizaje se dio en un aula de clases. Se comienza en dicho lugar con un proceso de aprendizaje demostrativo realizado por el docente, donde se dieron las instrucciones de cómo se realizaría el trabajo, en cuanto a funcionamiento grupal, y así también las directrices para el desarrollo del circuito a implementar. Posterior a ello, se les entregó los materiales a los estudiantes para que pudiesen trabajar con ellos.

Tabla 3. Descripción del grupo de aplicación del Proyecto de robótica.

Nivel	Cuarto año medio	Cuarto año medio	Octavo año básico	Cuarto año medio	Cuarto año medio
Año	2016	2017	2018	2018	2019
Población	86	57	44	60	63

Asignatura de implementación	Física	Física	Ciencias Naturales	Física	Física
Región	Del Biobío	Del Biobío	Del Biobío	Del Biobío	Del Biobío
Comuna	Concepción	Talcahuano	Talcahuano	Talcahuano	Talcahuano
Institución	Colegio particular subvencionado				
Duración	1 semestre				

Al finalizar la sección de la unidad en donde se desarrollaban los contenidos relacionados a circuitos eléctricos, los estudiantes son evaluados para verificar el aprendizaje de los contenidos, según los criterios de evaluación planteados por el MINEDUC. En donde se evaluaron conocimientos, habilidades y aptitudes, dado al enfoque tridimensional educativo. (Barría & Núñez, 2013)

A continuación, en los siguientes gráficos, se muestra el resumen de algunos de los datos obtenidos.

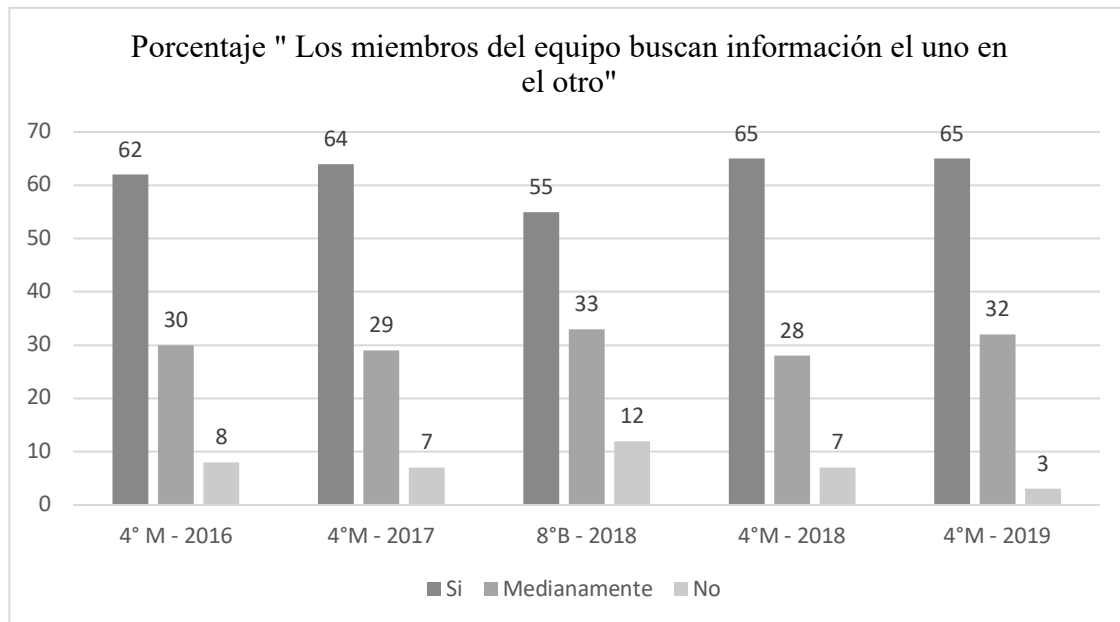


Figura 8. Gráfico sobre el punto "Los miembros del equipo buscan información el uno del otro" de la rúbrica realizada (ver figura 7)

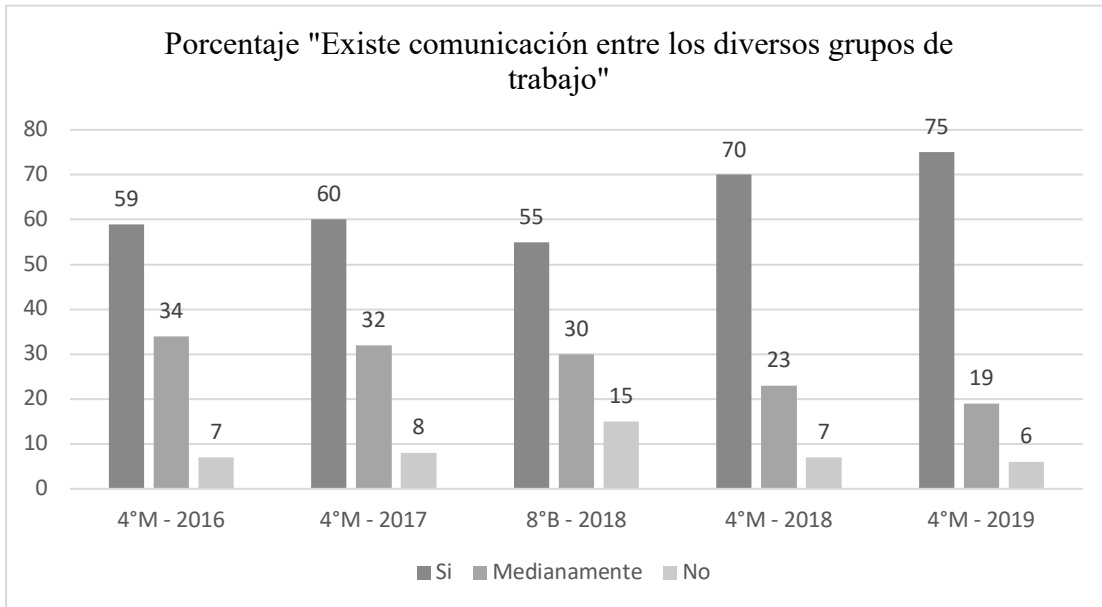


Figura 9. Gráfico sobre el punto “Existe comunicación entre los diversos grupos de trabajo” de la rúbrica realizada (ver figura 7)

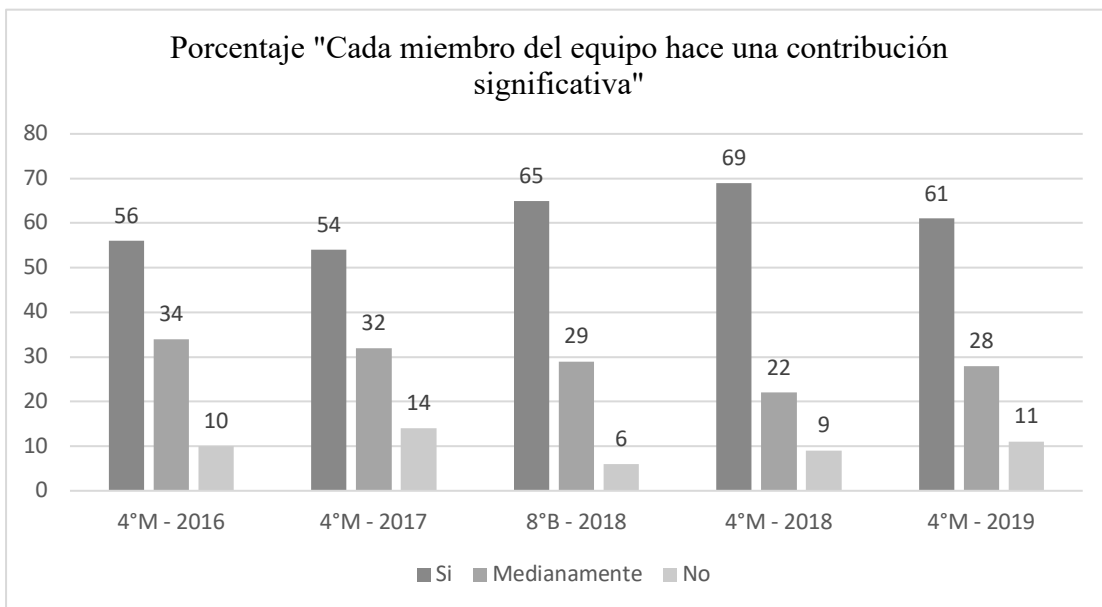


Figura 10. Gráfico sobre el punto “Existe comunicación entre los diversos grupos de trabajo” de la rúbrica realizada (ver figura 7)

Discusión

En los gráficos 1, 2 y 3 se presentan los datos correspondientes a tres de los ítems evaluados mediante la rúbrica aplicada a los estudiantes. Fueron seleccionados estos tres aspectos, debido a que mediante ellos se puede apreciar que el aprendizaje que obtuvieron los estudiantes fue mayormente gracias a un proceso colaborativo.

Además, se puede apreciar que independiente del nivel y año en el cual se trabajó con el mismo proyecto, se obtuvieron resultados muy similares, demostrándose así que el proceso científico puede ser llevado a las aulas desarrollando un trabajo colaborativo.

El trabajo realizado equivale con certeza a que los alumnos reciban los contenidos mínimos obligatorios establecidos por el ministerio de educación de Chile para abordar el tema. Así, mediante el aprendizaje basado en proyectos se cumple todo el ciclo de enseñanza-aprendizaje, partiendo del momento de la planificación de la experiencia, pasando por la realización de la misma y culminando en la evaluación formativa y estimativa del proyecto y su respectiva reflexión, la cual es necesaria para la retroalimentación y cierre del proceso educativo.

Conclusiones

Un profesor de Ciencias Naturales y Física llevó a cabo un laboratorio de robótica como un método facilitador y acercador a los contenidos tratados, esto lo trabajó en un periodo de 4 años.

Se comprobó experimentalmente que el realizar el ABP permite que los estudiantes puedan adquirir de forma práctica los conocimientos, basándose en el trabajo colaborativo, de manera similar a lo que ocurre en el ámbito científico.

Tras la realización del proyecto de robótica, los estudiantes pudieron adquirir de buena forma los conocimientos, formando en ellos un aprendizaje significativo, ya que concretan las dimensiones tanto del saber cómo del hacer, de manera colaborativa.

Se concluye que la aplicación de la robótica en contenidos de electricidad y magnetismo es una estrategia de gran ayuda para el docente, ya que no solo desarrollan conocimientos en los estudiantes, sino que también habilidades y actitudes, lo cual permite un desarrollo íntegro en cada uno de los educandos. Por consiguiente, la realización de actividades como la expuesta debe ser considerada tanto en la formación universitaria de los docentes, como también, siendo una actividad de especialización y reforzamiento a los contenidos de los docentes ya en ejercicio.

Bibliografía

- Ausubel, D. P. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Ed. Trillas. .
- Baquero, R. (1997). *Vigotsky y el Aprendizaje Escolar*. Argentina: Aique Grupo Editor S.A.
- Barría, C., & Núñez, M. (2013). Concepciones de profesores respecto de un modelo de evaluación tridimensional para la evaluación de aprendizajes. *Paideia*, 71-97.
- Barriga, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, Vol. 5, N°2.
- Bravo, F., & Forero, A. (2012). La Robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Revista Teoría de la educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*.

- Briceño, J., Quevedo, E., Aldana, D., Rivas, Y., Lobo, H., Gutierrez, G., & Rosario, J. (2011). Dificultades para aprender física en el marco del preproceso educativo actual. *ACADEMIA*.
- Brito, R. (2018). Robótica Pedagógica: uma análise praxeológica da implementação de oficinas na escola pública. *Revista De Estudos E Pesquisas Sobre Ensino Tecnológico*, 86-107.
- Bruce, J., & Marsha, W. (2009). *Modelos de enseñanza*. Madrid: Gedisa.
- Carrera, B., & Mazzrella, C. (2001). Vygotsky: Enfoque sociocultural. *EDUCERE*, 41-44.
- Druin, A., & Hendler, J. (2000). *Robots for kids: Exploring new technologies for learning*. San Diego, CA: Academic Press.
- Faúndez, C. A., Bravo, A. A., Melo, A. D., & Astudillo, H. F. (2014). Laboratorio Virtual para la Unidad Tierra y Universo como Parte de la Formación Universitaria de Docentes de Ciencias. *Formación Universitaria*, 33-40.
- Faúndez, C., Rojas, Y., Pinto, A., & Astudillo, H. (2015). Taller de Física Cuántica: un Método para Introducir Conceptos Fundamentales en una Actividad Extracurricular. *Formación Universitaria*, 53-62.
- González E., J. J., & Jiménez Builes, J. A. (2009). La robótica como herramienta para la educación en ciencias e ingeniería. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, 31-36.
- Grimheden, M., & Hanson, M. (2003). How might Education in Mechatronics benefit from Problem Based Learning. *4th International Workshop on Research and Education in Mechatronics*, 211-218.
- Hepp K., P., Merino D., M. E., Barriga J., M. V., A., H., & Andrea. (2013). Tecnología robótica en contextos escolares vulnerables con estudiantes de la etnia Mapuche. *Estudios Pedagógicos*, 75-84.
- Ierache, J., Bruno, M., Dittler, M., & Mazza, N. (2008). Robots y juguetes autónomos una oportunidad en el contexto de las nuevas tecnologías en educación. *VII Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento 2008* (págs. 371-380). Guayaquil, Ecuador: Universidad de Morón.
- López, A., & Tamayo, O. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Latinoam.estud. educ. Manizales (Colombia)*, 8(1), 145-166.
- MINEDUC. (2009). *Programa de Estudio Cuarto Año Medio*. Santiago: Ministerio de Educación Chile.
- MINEDUC. (2016). *Programa de Estudio Octavo Año Básico*. Santiago: Ministerio de Educación Chile.
- Monsalves, S. (2011). Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente. *Revista de pedagogía*, vol. 32, núm. 90, 81-117.
- Odorico, A. (2004). Marco teórico para una robótica pedagógica. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales Vol. 1(3)*, 34-46.
- Odorico, A. H. (2005). La robótica desde una perspectiva pedagógica. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, 33-48.
- Pereira de Sousa, L., & Ribeiro Machado, V. (2019). Robótica Educacional em escolas públicas. *VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação* (págs. 1184-1188). Brasília: Campus Taguatinga – Instituto Federal de Brasília (IFB).
- Ponce, C. V., & Meda, P. J. (2008). Implementación de un Robot Móvil de Bajo Costo para Laboratorio en Cursos de Ingeniería Mecánica. *Formación universitaria*, 35-40.
- Ramírez, J. A., Alejo, M. G., Jiménez, R., & Marmolejo, S. (2013). Percepción de los Estudiantes de Ciencias Químicas sobre sus Equipos de Trabajo. *Formación Universitaria*, 3-12.
- Resnick, R., Halliday, D., & Krane, K. S. (1998). *Física Volumen 2*. Mexico: Continental.
- Rival, H. (2010). Tecnologías de la información y comunicación en el sistema escolar chileno, aproximación a sus logros y proyecciones. *Revista Iberoamericana de Educación*.

- Serway, R., & Jewett, J. (2009). *Física para ciencias e ingeniería. Volumen 2. Séptima Edición*. Santa Fé, México: Cengage Learning .
- Vygotsky, L. (1996). *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 5ed.* São Paulo: Martins Fontes.
- Young, H. D., Sears, F. W., Zemansky, M. W., & Freedman, R. A. (2009). *Física universitaria*. México: Addison-Wesley .