




Resultados de aprendizaje en ingeniería para niños con altas capacidades intelectuales

Engineering learning outcomes for children with high intellectual abilities

Cristian Lozano Tafur ¹, Nelson Eduardo Lozano Espinosa ² y Didier Aldana Rodríguez ³

Fecha de Recepción: 8 de septiembre de 2022

Fecha de Aceptación: 4 de octubre de 2024

Cómo citar: C., Lozano Tafur, N., Lozano Espinosa, D., Aldana Rodríguez. Resultados de aprendizaje en ingeniería para niños con altas capacidades intelectuales. *Tecnura*, 28(79), 140-150. <https://doi.org/10.14483/22487638.19914>

Resumen

Objetivo: Desarrollar la adaptación curricular de los resultados de aprendizaje pertenecientes a espacios académicos de ingeniería, para un niño que muestra altas capacidades intelectuales.


Metodología: El estudio de caso corresponde a una investigación de categoría mixta donde se desarrolla la adaptación curricular en el entorno de ingeniería a un niño con índices de altas capacidades intelectuales. Se desarrolla por medio de diferentes etapas: diagnóstico, adaptación curricular y evaluación, teniendo como marco de referencia las inteligencias múltiples a través de una ruta de aprendizaje basada en proyectos.

Resultados: Los resultados obtenidos muestran en el diagnóstico que el sujeto de estudio presenta un alto grado de interés en ingeniería aplicada, así como conocimientos y un grado de interés en fundamentación. La ruta de aprendizaje permitió al estudiante a través de la evaluación presentar un cumplimiento cercano al 95% de los objetivos de aprendizaje, por medio de aprendizaje basado en proyectos.


Conclusiones: La adaptación curricular pertenece a una estrategia del enriquecimiento curricular, la cual permite a las instituciones educativas adaptar sus objetivos en torno a las necesidades de los alumnos, especialmente de aquellos con altas capacidades intelectuales. Adicionalmente, dicha adaptación se aplica de manera transversal a la ingeniería con el propósito de fortalecer las rutas de aprendizaje y las evaluadoras.

Financiamiento: La investigación fue desarrollada y financiada por la Fundación Universitaria Los Libertadores.

Palabras clave: altas capacidades intelectuales, adaptación curricular, inteligencias múltiples.

¹Magíster en Ingeniería de Materiales, ingeniero aeronáutico. Docente Fundación Universitaria Los Libertadores. Bogotá, Colombia. . Email: clozanot@libertadores.edu.co

²Magíster en Ingeniería Electrónica, ingeniero electrónico. Docente Fundación Universitaria Los Libertadores. Bogotá, Colombia. . Email: nelozano@libertadores.edu.co

³Magíster en Ingeniería de Mecánica, ingeniero aeronáutico. Docente Fundación Universitaria Los Libertadores. Bogotá, Colombia. . Email: daldanar@libertadores.edu.co

Abstract

Objective: Develop curricular adaptation of learning outcomes pertaining to engineering academic spaces for a child with high intellectual abilities.

Methodology: The case study corresponds to a mixed category research where the curricular adaptation is developed in the engineering environment to a child with high intellectual abilities indexes, the research is developed through different stages such as: diagnosis, curricular adaptation and evaluation, having as a frame of reference the multiple intelligences through a learning path based on projects.

Results: The results obtained show in the diagnosis that the subject of study presents a high degree of interest in applied engineering as well as knowledge and a low degree of interest and knowledge in fundamentals. The development of the learning path allowed the student, through the evaluation path, to present a compliance close to 95% of the learning objectives, by means of project-based learning.

Conclusions: The curricular adaptation belongs to a strategy of curricular enrichment, which allows educational institutions to adapt their objectives to the needs of students, especially students with high intellectual abilities. In addition, curricular adaptation is applied transversally to engineering, strengthening the learning and evaluation routes.

Keywords: high intellectual abilities, curricular adaptation, multiple intelligences.

Introducción

El número de estudiantes que requieren una educación inclusiva ha incrementado en los últimos treinta años y la investigación ha apoyado sistemáticamente la práctica de la educación inclusiva (McGregor y Vogelsberg, 1998). Los estudiantes que presentan altas capacidades intelectuales necesitan apoyo educativo específico; por tanto, se debe implementar una propuesta educativa diferente, la cual debe contener actividades formativas orientadas a los distintos campos de conocimiento, recursos, ritmos de aprendizaje, motivaciones, intereses y habilidades.

El Ministerio de Educación Nacional (MEN) desarrolló un documento con directrices generales para la institución educativa y la familia en la atención pedagógica a alumnos con habilidades y talentos extraordinarios, y estableció los parámetros para la educación de la población con requerimientos educativos específicos en la Resolución n.º 2565 de 2003. Pero todas estas estrategias están basadas en mediciones, lo cual compromete al alumno a realizar dichas evaluaciones psicométricas y poder ser categorizado (MEN, 2003).

La Fundación Universitaria Los Libertadores, dentro de su propósito superior, abarca atención a la diversidad e inclusión, y permite la adaptación curricular de espacios académicos del entorno de ingeniería (Fundación Universitaria Los Libertadores [Ulibertadores], 2022). Como describen Janney y Snell (2013), las adaptaciones pueden ser curriculares, instructivas o alternativas. Las primeras alteran el contenido de lo que se enseña mediante adaptaciones suplementarias, simplificadas y alternativas; las pedagógicas modifican la forma en que se enseña el

contenido o se demuestra el aprendizaje e incluyen adaptaciones de los estímulos pedagógicos y de las respuestas de los alumnos; las alternativas (del estímulo instructivo y de la respuesta del alumno) cambian la "dificultad, la cantidad, la modalidad, el formato y/o los materiales utilizados para enseñar o responder a la instrucción (Janney y Snell, 2013, pp. 50-120). Por último, las adaptaciones alternativas modifican el objetivo, la instrucción y la actividad, e incluyen actividades alternativas/paralelas (por ejemplo, un alumno trabaja en el comportamiento adecuado y las habilidades sociales durante las actividades de trabajo en grupo, en lugar de la tarea académica).

Además de las adaptaciones curriculares, es fundamental considerar las capacidades intelectuales de los estudiantes. La inteligencia intelectual, por ejemplo, se basa en la capacidad cognitiva que tiene una persona al momento de aprender y tener una relación con el entorno que lo rodea, también se describe como la habilidad que poseen las personas para razonar, planificar, solucionar problemas, pensar en términos abstractos, entender ideas complicadas, aprender rápidamente un tema específico, o leer y comprender un texto. De igual manera, es la habilidad de aprender desde la experiencia; así se logra un aprendizaje significativo y se analiza la cultura y sociedad, ya que cada persona tiene su propio estilo de aprendizaje, dependiendo de cómo esté desarrollado y conformado su desarrollo cognoscitivo (Barbosa *et al.*, 2008).

Dentro de las definiciones orientadas a modelos cognitivos se puede identificar la de Sternberg *et al.* (2010), con su teoría triárctica, y a Gardner (1995), con la teoría de las inteligencias múltiples. Sternberg expone que en el rendimiento superior cognitivo se utilizan unos procesos epistémicos que ayudan a procesar la información, para enfrentarse a alguna novedad o para solucionar problemas de la vida cotidiana. Este autor va más allá del coeficiente intelectual (CI) y distingue que las inteligencias deben ser analíticas, creativas y también prácticas para contribuir de manera exitosa a la vida de los seres humanos y ayudarles a prosperar en sus carreras profesionales y vidas personales (Sternberg *et al.*, 2010). Además, las habilidades intelectuales han evolucionado en los últimos dos siglos; se ha pasado de una inteligencia psicométrica a una dinámica, la cual se va desarrollando, evolucionando y cambiando a lo largo de la vida. Gardner (1995) expone y desarrolla la teoría de las inteligencias múltiples y brinda un cambio a la concepción de la inteligencia como un elemento único y estático.

En este sentido, Gardner presenta un enfoque de inteligencias múltiples que introduce un tratamiento emergente y provocador que cuestiona el fenómeno de la inteligencia que trasciende el ámbito cognitivo. El autor argumenta que, en la resolución de problemas, lo crucial para abordar dicha problemática es la actividad, la cual debe tener un objetivo para seguir el propósito que establece estrategias para lograr los mecanismos de dicho objetivo (Macías, 2002).

Por tanto, en el marco de las inteligencias múltiples propuestas por Gardner (1995), y considerando que el estudiante ya ha desarrollado estas inteligencias cognitivas, se tomaron en cuenta para este estudio de caso tres inteligencias específicas:

- *Lógico-matemática*. Consiste en la habilidad para manejar secuencias de razonamiento que posibilitan identificar los patrones del pensamiento lógico- matemático y científico; también se trabaja la operación de símbolos, formulación y verificación de hipótesis y el pensamiento abstracto.
- *Espacial*. Es la capacidad de manejar espacios, planos, mapas, y la aptitud para visualizar objetos desde una perspectiva distinta. Finalmente, es la habilidad de construir un modelo mental del espacio.
- *Lingüística*. Es la competencia para construir oraciones, la utilización de las palabras de acuerdo con sus significados, al igual que la utilización del lenguaje a partir de su uso.

Dentro de las acciones académicas adoptadas como respuesta educativa a los estudiantes con altas capacidades intelectuales destacan las desarrolladas por [Touron et al. \(1996\)](#): aceleración, agrupamiento en clases especiales y enriquecimiento curricular. El enriquecimiento curricular facilita una adaptación curricular personalizada en la que se implementan cambios progresivos en la planificación de la clase; así, el estudiante aprende a un ritmo y nivel que se adecue a sus competencias. La adaptación curricular se implementa en los contenidos del currículo, la secuencia de aprendizaje y el proceso de evaluación ([Alonso y Mate, 1996](#); [Rubio Jurado, 2009](#)). Además, se apoya en diversas herramientas, como el enfoque de aula invertida y el aprendizaje colaborativo, para fomentar la innovación en el desarrollo de la clase ([Llanos Mosquera et al., 2021](#)).

Como indica [Hollingworth \(1942, citada por Wigtil y White, 2017\)](#), el currículo y la ruta de aprendizaje deben incluir una exploración profunda del trabajo basado en proyectos. Un gran defensor del enriquecimiento es Renzulli, quien propuso un modelo de tríada que incluía oportunidades en variedad de contenidos, problemas, conceptos, trabajos y personas ([Renzulli, 2012](#)). Así el enriquecimiento es una estrategia ideal, ya que les brinda a los estudiantes la oportunidad de profundizar la comprensión y crecer en el aprendizaje ([Olszewski-Kubilius et al., 2021](#)). Además, el enriquecimiento curricular puede basarse en la investigación, un aspecto fundamental en el siglo XXI. Esto le brinda al estudiante la oportunidad de desarrollar competencias que le permitan ser productivo y aprovechar las mejores oportunidades disponibles ([Castro et al., 2023](#)).

La adaptación curricular se lleva a cabo en función de los resultados de aprendizaje en cada uno de los espacios académicos. Así, se definen las actividades formativas, los métodos de enseñanza, las estrategias y criterios de evaluación que tengan en cuenta aspectos intelectuales y creativos ajustados al perfil del alumno. El propósito de esta investigación es implementar la adaptación curricular de los espacios académicos Dibujo Mecánico e Introducción a la Automatización y Robótica, para un niño de 9 años que presenta indicios de altas capacidades intelectuales. La adaptación curricular se realiza a partir del fortalecimiento integral de las in-

teligencias múltiples de [Gardner \(1995\)](#).

Metodología

La investigación es un caso de estudio en un niño de 9 años que presenta altas capacidades intelectuales orientadas a la ingeniería. Se desarrolló en tres fases (figura 1): la primera se refiere a una prueba de diagnóstico cuyo propósito es determinar el nivel de comprensión temática en el espacio académico; la segunda se basa en la adaptación curricular de los objetivos de aprendizaje, conocido como la ruta de aprendizaje; la tercera fase consiste en evaluar el logro de los objetivos de aprendizaje, conocido como *ruta de evaluación* ([Counsell y Fiedler, 2017](#)).



Figura 1. Metodología de enriquecimiento curricular

La prueba diagnóstica se efectuó a través de una entrevista entre el docente y el estudiante, y a través de problemas expuestos en aula, con el objetivo de explorar los conocimientos preexistentes y las preferencias personales del estudiante.

A partir de los resultados de la prueba diagnóstica, se realizó la adaptación curricular de los espacios académicos Dibujo Mecánico e Introducción a la Automatización, bajo una planificación de aula diseñada por bloques correlacionado con los resultados de aprendizaje:

- Bloque 1: fundamentación. Pertenece a los resultados de aprendizaje de 1.^{er} y 2.^o nivel en la taxonomía de Bloom.
- Bloque 2: aplicación. Basado en resultados de aprendizaje de 3.^{er} y 4.^o nivel.
- Bloque 3: creación. Aplicado a resultados de aprendizaje de 5.^o y 6.^o nivel.

De acuerdo con Rubio (2009), se adoptó una práctica de aula basada en enriquecimiento curricular, combinada con la *teoría de inteligencias múltiples*, planteada por [Gardner \(1995\)](#); por medio de las *actividades que se pueden programar*, mencionadas por [Torrego \(2011\)](#) y [Rubio Jurado \(2009\)](#). Las inteligencias múltiples trabajadas y las actividades desarrolladas se muestran en la tabla 1.

La evaluación de los objetivos de aprendizaje se llevó a cabo mediante la estrategia del aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje basado en problemas, y por medio del desa-

Tabla 1. Actividades para el desarrollo de las inteligencias múltiples

Inteligencia	Actividades
Espacial	<ul style="list-style-type: none">• Actividades que involucren representaciones visuales apoyadas con dibujos o ilustraciones.• Proyectos de construcción.• Tareas que requieran el uso de mapas, gráficos u otros recursos visuales.
Lógica-matemática	<ul style="list-style-type: none">• Creación de instrucciones paso a paso para actividades simples con un orden lógico establecido.• Aplicación de conceptos matemáticos para resolver desafíos o problemas de la vida cotidiana (Trejos Buriticá, 2018).• Diseño y ejecución de un experimento para poner en práctica los conocimientos adquiridos.
Lingüística-verbal	<ul style="list-style-type: none">• Lecturas.• Debates.• Mapas mentales.• Descripción de imágenes.

rollo creativo del alumno. En este sentido, se definieron tres momentos de evaluación, cada uno relacionado con un resultado de aprendizaje específico.

Resultados

La prueba diagnóstica mostró un conocimiento básico en geometría y matemáticas, necesario para el inicio de los cursos, sin embargo, se identificó un interés en temas relacionados con electrónica, computación, programación y diseño, aspectos claves para el aprendizaje de los espacios académicos. La figura 2 ilustra el grado de interés elegido por el estudiante, relacionado con sus conocimientos en cada área. Estos resultados fueron establecidos por una observación y a elección del estudiante en una escala de 0 a 5, en la que 0 corresponde al menor nivel de interés y conocimiento, y 5, al mayor.

La prueba diagnóstica muestra los resultados de interés y conocimientos del estudiante. Aquí se evidencia que el estudiante presenta un interés por los contenidos inherentes de las asignaturas y tiene un conocimiento adecuado para el correcto desarrollo de estas.

Posteriormente, se desarrolla el enriquecimiento curricular a través de la adaptación curricular basada en los intereses del estudiante, para lo cual se utilizaron diferentes estrategias pedagógicas orientadas al aprendizaje basado en proyectos (tabla 2).

A través de las estrategias pedagógicas y los objetivos de aprendizaje, se desarrolló la ruta de aprendizaje, la cual contiene lecciones magistrales entre el docente y el estudiante. Esta se basa en un modelo de enriquecimiento tipo III, enfoque que implica que el estudiante inves-

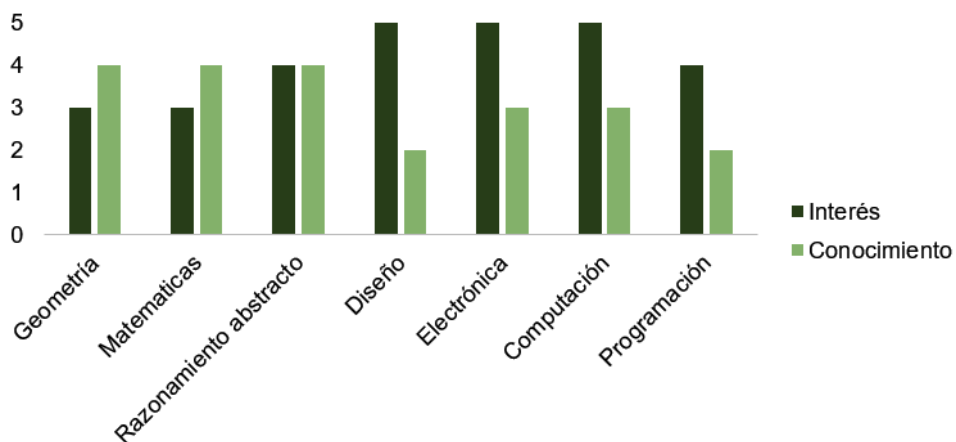


Figura 2. Resultado prueba diagnóstica, intereses y conocimientos

tigue sobre problemas reales, lo que favorece el desarrollo de la innovación y la creatividad (Renzulli, 1976). La figura 3 muestra la ruta de aprendizaje desarrollada para cada objetivo de aprendizaje basada en las estrategias pedagógicas sugeridas.

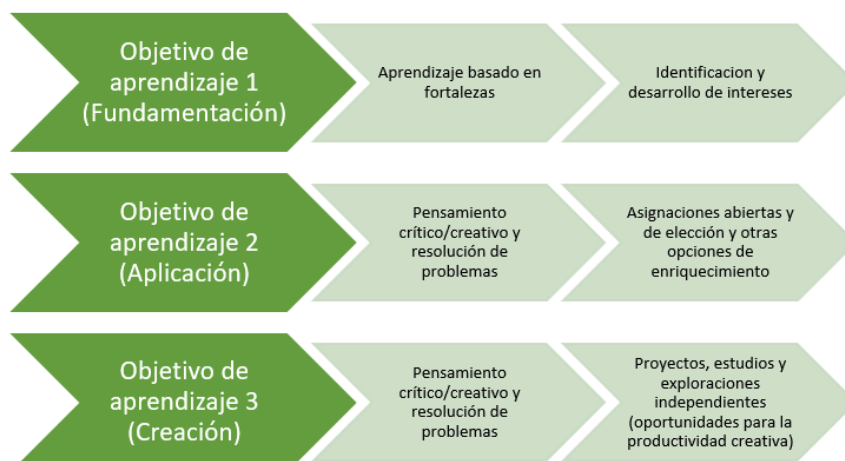


Figura 3. Ruta de aprendizaje

Por último, la evaluación se efectuó a partir del desarrollo de un proyecto que integra los dos espacios académicos; que sugiere la innovación y creación en torno a los intereses del estudiante. En este contexto, la evaluación se centró en el cumplimiento de cada resultado de aprendizaje. De manera cuantitativa, se evaluó bajo una rúbrica con un puntaje de 0 a 5, donde 0 corresponde al cumplimiento más bajo y 5 al cumplimiento total. El resultado de la evaluación se presenta en la figura 4. Se puede observar cómo el estudiante obtuvo una nota de 4 en los objetivos de aprendizaje de fundamentación y 4,2 en los de aplicación. Por otro lado, en el objetivo de creación, al ser una actividad basada en proyectos, destacó con la valoración más

Tabla 2. Estrategias de la pedagogía del enriquecimiento

Estrategia pedagógica	Descripción
Aprendizaje basado en fortalezas	Se utilizan las fortalezas académicas del estudiante, preferencias de aprendizaje, intereses y talentos, con el fin de crear sistemáticamente oportunidades de aprendizaje.
Identificación y desarrollo de intereses	Métodos útiles utilizados para identificar y desarrollar los intereses de los estudiantes en clase, como el uso de instrumentos de evaluación de intereses y centros de desarrollo de intereses en el aula.
Pensamiento crítico/creativo y resolución de problemas	Brindar oportunidades para usar el pensamiento crítico y creativo y la resolución de problemas (capacidad para interpretar la información de manera crítica y emitir un juicio, y usar el pensamiento abierto que da como resultado múltiples ideas y soluciones).
Proyectos, estudios y exploraciones independientes (oportunidades para la productividad creativa)	Permite el desarrollo de comportamientos creativos-productivos y promueve el trabajo a través de problemas y áreas de estudio que tengan relevancia personal para ellos. El trabajo en estos estudios a menudo se puede utilizar para resolver problemas y marcar una diferencia en la sociedad, ya sea individualmente o en grupos de estudiantes.
Asignaciones abiertas y de elección y otras opciones de enriquecimiento	Proporcionar asignaciones abiertas y de elección, incluidas tareas para el hogar y tareas de clase.

Nota: tomada de [Reis et al. \(2021\)](#).

alta: 4,8. Además, cada objetivo de aprendizaje se evaluó en torno a las inteligencias múltiples aplicadas.

Conclusiones

El enriquecimiento curricular forma parte de los programas de formación de estudiantes con altas capacidades intelectuales, ya que persigue objetivos como motivar el pensamiento lógico, enriquecer la creatividad, aumentar la autoestima a partir de la combinación de teoría y práctica, y la superación personal.

Se evidencia que el enriquecimiento curricular contribuye a la educación de alumnos con altas capacidades intelectuales; además, si el enriquecimiento está basado en proyectos y en los intereses del alumno, los resultados son positivos, lo que les permite a los docentes estable-

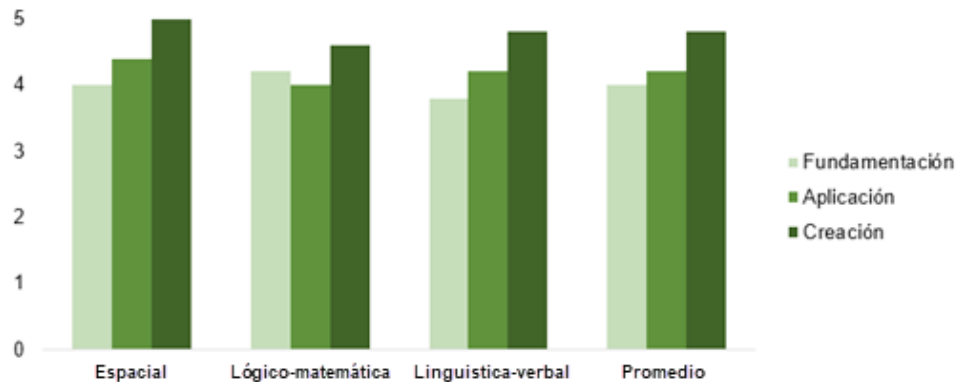


Figura 4. Resultados de la evaluación por objetivos de aprendizaje e inteligencias múltiples aplicadas

cer una ruta de aprendizaje que potencializa las capacidades del estudiante y cumple con los resultados de aprendizaje.

Por otro lado, las instituciones que centran su trabajo en la integración, inclusión y atención a la diversidad, permiten que los docentes y los espacios académicos logren adaptarse a las distintas necesidades de los estudiantes; además, ofrecen a los alumnos la oportunidad de experimentar nuevos contenidos y procesos, la exposición a nuevas ideas y amplios temas interdisciplinarios, el aprendizaje independiente y autónomo.

Referencias

- Alonso, J. A. y Mate, Y. B. (1996). *Superdotados: adaptación escolar y social en secundaria*. Narcea Ediciones.
- Barbosa, C. P., Ceballos, E. C. y Castellón, L. S. (2008). Identificación de estudiantes con altas capacidades en el Distrito de Santa Marta, Colombia. *Universitas Psychologica*, 7(1), 251-262.
- Castro, J., Gómez, L. y Camargo, E. (2023). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, 27(75), 140-174. <https://doi.org/10.14483/22487638.19171>
- Councill, K. H. y Fiedler, L. (2017). Gifted 101: Unlocking the mystery of academically gifted education. *Music Educators Journal*, 103(4), 48-56. <https://doi.org/10.1177/0027432117697005>
- Fundación Universitaria Los Libertadores (Ulibertadores). (2022). *Nuestra institución*. <https://www.ulibertadores.edu.co/institucion/>
- Gardner, H. (1995). *Inteligencias múltiples*. Paidós.

- Janney, R. y Snell, M. E. (2013). *Teachers' guides to inclusive practices: Modifying schoolwork*. Brookes Publishing.
- Llanos Mosquera, J. M., Hidalgo Suarez, C. G. y Bucheli Guerrero, V. A. (2021). Una revisión sistemática sobre aula invertida y aprendizaje colaborativo apoyados en inteligencia artificial para el aprendizaje de programación. *Tecnura*, 25(69), 196-214. <https://doi.org/10.14483/22487638.16934>
- Macías, M. A. (2002). Las múltiples inteligencias. *Psicología desde el Caribe*, (10), 27-38. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21301003>
- McGregor, G. y Vogelsberg, R. (1998). *Inclusive schooling practices: Pedagogical and research foundations. A synthesis of the literature that informs best practices about inclusive schooling*. Ilegheny University of the Health Sciences. <http://eric.ed.gov/?id=ED418559>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2003). Resolución 2565 de 2003. <https://www.mineducacion.gov.co/portal/ejes-tematicos/Normas-sobre-Educacion-Preescolar-Basica-y-Media/85960:Resolucion-2565-de-October-24-de-2003>
- Olszewski-Kubilius, P., Subotnik, R. F. y Worrell, F. C. (2021). *Talent development as a framework for gifted education: Implications for best practices and applications in schools*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003238454>
- Reis, S. M., Renzulli, S. J. y Renzulli, J. S. (2021). Enrichment and gifted education pedagogy to develop talents, gifts, and creative productivity. *Education Sciences*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/educsci11100615>
- Renzulli, J. S. (1976). The enrichment triad model: A guide for developing defensible programs for the gifted and talented. *Gifted Child Quarterly*, 20(3), 303-306. <https://doi.org/10.1177/001698627602000327>
- Renzulli, J. S. (2012). Reexamining the role of gifted education and talent development for the 21st century: A four-part theoretical approach. *Gifted Child Quarterly*, 56(3), 150-159. <https://doi.org/10.1177/0016986212444901>
- Rubio Jurado, F. (2009). Los alumnos/as con altas capacidades intelectuales. *Innovación y Experiencias Educativas*, (19), 1-14. https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csif/revista/pdf/Numero_19/Francisco_Rubio_Jurado01.pdf
- Sternberg, R., Grigorenko, E., Ferrando, M., Hernández, D., Ferrándiz, C., Bermejo, R. y Prieto, M. D. (2010). Enseñanza de la inteligencia exitosa para alumnos superdotados y

talentos. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 13(1), 111-118.
<http://www.aufop.com-consultadaenfecha>

Torrego, J. (2011). *Alumnos con altas capacidades y aprendizaje cooperativo. Un modelo de respuesta educativa*. Fundación Pryconsa y Fundación SM.

Tourón, J., Peralta, F. y Repáraz, C. (1996). La aceleración como estrategia educativa para alumnos de alta capacidad académica: concepto, modalidades y evaluación de resultados. *Revista Española de Pedagogía*, 54(203). <https://doi.org/10.22550/2174-0909.2103>

Trejos Buriticá, O. I. (2018). Aprovechamiento de los tipos de pensamiento matemático en el aprendizaje de la programación funcional. *Tecnura*, 22(56), 29-39. <https://doi.org/10.14483/22487638.12807>

Wigtil, C. y White, W. (2017). Children above 180 IQ Stanford-Binet: A seventy-five year follow-up. *Journal of Genius and Eminence*, 2(1), 77-91. <https://doi.org/10.18536/jge.2017.04.02.01.08>

