



# GIFTLED

Educación CTIAM para personas superdotadas

## «GIFTLED: El método de Aprendizaje basado en el Diseño en Mi Trabajo Educativo»

---

Proyecto N°:

2022-1-PL01-KA220-SCH-000087644

### Manual para profesores



Co-funded by  
the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

## Resumen

El objetivo de este libro es ayudar a los profesores a apoyar a sus alumnos superdotados y fomentar sus habilidades naturales en las aulas CTIAM. En este sentido, este manual proporciona una forma alternativa de diferenciar las actividades de aprendizaje que implican una estrategia pedagógica y sugieren el uso de la realidad aumentada (RA) y las herramientas de diseño digital dentro de esa estrategia para aumentar el compromiso de los alumnos superdotados en la educación CTIAM. Este compromiso abarca un alto interés del alumno, abordando las diversidades del alumno, la productividad y un proceso de aprendizaje a través del cual los estudiantes construyen el conocimiento de acuerdo con sus habilidades. Para ello, este libro presenta el método GIFTLED para promover la competencia de los profesores en la integración de sus alumnos superdotados en sus lecciones CTIAM.

### **Editores**

Zekai Ayık y Marta Chmielewska-Anielak

### **Socios contribuyentes**

Akademia Humanistyczno-Ekonomiczna w Lodzi (Polonia)

Harran Üniversitesi (Türkiye)

MACDAC Engineering Consultancy Bureau LTD (Malta)

Mpirmpakos D. & SIA O.E. (Grecia)

Instalofi Levante SL (España)

Centro para el Avance de la Investigación y el Desarrollo en Tecnología Educativa LTD-  
CARDET (Chipre)

Asociacija TAVO Europa (Lituania)

### **Lista de Autores**

Begoña González & Uxue Arregui (España)

Darlene Schrembi (Malta)

Georgia Ropi (Grecia)

Indrė Steponavičiūtė-Kupčinskė (Lituania)

Poniszewska-Maranda (Polonia)

Yianna Spanou (Chipre)

Zekai Ayık (Türkiye)

### **Lista de revisores**

Abdullah Bozkurt (Türkiye)

Alper Gökada (Türkiye)

Mehmet Emin Usta (Türkiye)

Muhammet Davut Gül (Türkiye)

Serkan Uçan (Türkiye)

©

Este documento puede ser copiado, reproducido o modificado de acuerdo con las normas.  
Además, deben estar claramente referenciados los autores del documento y todas las partes aplicables del aviso de derechos de autor.

Reservados todos los derechos.

© Copyright 2023 GIFTLED

## Aviso legal

Este proyecto ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea. Esta publicación [Comunicación] refleja únicamente las opiniones del autor, y la Comisión no puede ser considerada responsable del uso que pueda hacerse de la información aquí difundida.

## Información

Proyecto	GIFTLED — Educación CTIAM para personas superdotadas
Proyecto N.º	2022-1-PL01-KA220-SCH-000087644
Paquete de trabajos	Nº2 — GIFTLED «El método de Aprendizaje basado en el Diseño en Mi Trabajo Educativo»
Fecha	Julio de 2023
Tipo de documento	Manual del profesorado
Idioma	Español

<https://giftled.eu>

## Consortorio



## CONTENIDO

<b>Prólogo</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>1 Introducción al método GIFTLED</b> <i>Zekai Ayık</i>	¡Error! Marcador no definido.
<b>2 Individuos superdotados y características del aprendizaje</b> <i>Georgia Ropi</i>	¡Error! Marcador no definido.
<b>3 Cómo enseñar a los individuos superdotados</b> <i>Indrė Steponavičiūtė-Kupčinskė</i>	¡Error! Marcador no definido.
<b>4 CTIAM y la educación CTIAM</b> <i>Yianna Spanou</i>	¡Error! Marcador no definido.
<b>5 ¿Qué es la realidad aumentada? El uso de aplicaciones de RA en actividades de aprendizaje.</b> <i>Darlene Schrembi</i>	¡Error! Marcador no definido.
<b>6 Herramientas y aplicaciones de diseño digital</b> <i>Begoña González &amp; Uxue Arregui</i>	¡Error! Marcador no definido.
<b>7 El plan de estudios GIFTLED</b> <i>Poniszewska-Maranda</i>	¡Error! Marcador no definido.

## Prólogo

*«El maestro mediocre dice. El buen maestro explica. El maestro excepcional lo demuestra. El gran maestro inspira.» — William Arthur Ward*

Los superdotados son grupos de estudiantes que necesitan un apoyo especial en su educación. Tienen capacidades excepcionales que pueden hacerlos grandes científicos, artistas, arquitectos, poetas, tenistas o ingenieros que pueden contribuir de forma suprema al desarrollo de la sociedad. A lo largo de la historia, las personas superdotadas han inventado cosas beneficiosas, como leyes científicas, teorías, técnicas y electrodomésticos, o han escrito novelas revolucionarias, o piezas musicales eternas. Sin embargo, en la historia, no siempre se les ha tratado de una buena manera, incluso a veces se les humilló y castigó principalmente por sus ideas y trabajos extraordinarios. Estas excepcionalidades fueron los factores que llevaron a la sociedad de un estado a otro desarrollado. En este sentido, los individuos superdotados son un regalo para la sociedad y es imprescindible proporcionar oportunidades y facilidades para que los superdotados aporten sus habilidades y talentos. A lo largo de la historia, se han desarrollado numerosas estrategias para identificar y educar a los estudiantes superdotados. A medida que se desarrollaban y progresaban, se afinaron en términos en cuanto a la consideración de las diferencias en las características personales, cognitivas, socioemocionales y de aprendizaje de los alumnos superdotados. Además, los intentos han incluido más variedad en las estrategias, incluidas las tecnologías educativas, para aumentar el compromiso, la motivación, los conocimientos, las habilidades y la creatividad de los estudiantes dotados.

En los últimos años, en las políticas educativas de muchos países, la educación Ciencia-Tecnología-Ingeniería-Artes-Matemáticas (CTIAM) ha sido un indicador de la educación de los estudiantes para un mundo global, digital, competitivo e industrializado. En este sentido, los alumnos superdotados, como personas con capacidades excepcionales, han sido considerados como un grupo abanderado tanto para alcanzar su potencial en la educación CTIAM como para producir los perfiles ideales de estudiantes de educación CTIAM. En este sentido, este manual ofrece valiosos conocimientos y habilidades instructivas para que los profesores involucren y apoyen a sus alumnos superdotados en las clases de CTIAM a través de la introducción de nuevas estrategias instructivas y el uso de herramientas educativas de realidad aumentada y diseño digital.

Zekai Ayik  
Marta Chmielewska-Anielak

# 1 Introducción al método GIFTLED

*Zekai Ayık*

Una educación bien diseñada y eficaz es inclusiva, productiva y sensible a todas las diferencias de los alumnos en las aulas (Davis et al., 2014, p. 47). Aunque los estudiantes tengan la misma edad y muchas características similares, no son iguales con respecto a la personalidad, aficiones, las preferencias sociales, las capacidades cognitivas o los intereses. Estas diferencias hacen que los estudiantes sean individuos únicos y determinan su potencial y sus límites (Tomlinson, 2017, p. 2). Las diferencias de los alumnos también se ven en la velocidad de aprendizaje y en la capacidad de pensar abstractamente o concebir ideas complejas. Además, los conocimientos previos, creencias y actitudes anteriores de los estudiantes sobre sí mismos y la escuela son otros factores diferenciales importantes que un profesor debe considerar en sus prácticas docentes (Tomlinson, 2017, p. 14).

Teniendo en cuenta esta realidad, los profesores deben ser conscientes de los distintos perfiles y necesidades de los estudiantes y proporcionarles muchas opciones de aprendizaje. Esta conciencia debería conducir a la creación de un espacio de aprendizaje donde el conocimiento esté organizado de forma clara y poderosa (Erickson, 2006), los estudiantes sean muy activos y participen en el proceso de aprendizaje (Hattie, 2012; Tomlinson, 2017), los estudiantes sientan una sensación de seguridad y comunidad, y donde las evaluaciones sean ricas y variadas y produzcan comentarios significativos (Black & Wiliam, 2010). Es más, según Tomlinson (2017, p. 14) el aprendizaje se produce de manera óptima si las experiencias de aprendizaje empujan y animan al alumno un poco más allá de su nivel de independencia. En consecuencia, si es demasiado poco, como cuando un alumno va a trabajar sobre conocimientos y destrezas que ya domina, o logra poco si el aprendizaje se lleva a cabo. Si el desafío es demasiado grande, y las tareas o trabajos están muy por encima del punto actual de dominio o potencial del alumno, el resultado es la frustración, no el aprendizaje. Además, el aprendizaje en el aula se produce mejor si la motivación del alumno aumenta y siente un parentesco con el interés o la pasión por la asignatura (Wolfe, 2010).

Los profesores pueden hacer frente a este reto derivado de las diferencias de los alumnos mencionadas anteriormente si recurren a los mejores conocimientos pedagógicos disponibles sobre la enseñanza y aprendizaje y a los conocimientos contextuales basados en las necesidades de los diferentes alumnos (Shulman, 1986). Se trata del hecho de cómo la gente aprende. Los profesores pueden abordar el requisito de instrucción y hacer planes si

conocen las características de los diferentes estudiantes y sus necesidades de aprendizaje y si hacen que su instrucción se diferencie de una manera que responda a estas diferencias (Tomlinson, 2017). Por lo tanto, en todo tipo de experiencias educativas y para que el aprendizaje tenga éxito sean cuales sean los criterios de éxito, se deben considerar las diferencias entre los alumnos, y las estrategias pedagógicas deben ajustarse de acuerdo con las necesidades derivadas de las diferencias entre los alumnos.

## 1. Estudiantes superdotados

Los alumnos superdotados son uno de los grupos con diferencias, estilos y características de aprendizaje significativas en comparación con sus compañeros en las aulas. Numerosos estudios realizados hasta la fecha han explorado las características de aprendizaje, actitud y socioemocionales de los alumnos superdotados y han señalado en qué se diferencian de sus compañeros y entre ellos mismos. Las personas superdotadas son diferentes en cuanto a sus rasgos, aptitudes y comportamiento. Son diferentes en varios rasgos, incluyendo aspectos cognitivos, creativos, afectivos y conductuales (Hyde et al., 2011). Las diferencias en los rasgos abarcan la motivación (evidencia de un deseo de aprender), el interés, las habilidades de comunicación (altamente expresivo con palabras, números o símbolos), la capacidad de resolución de problemas (estrategias eficaces para reconocer y resolver problemas), la memoria (gran almacén de información sobre temas escolares o no escolares), la investigación y la curiosidad (hacer preguntas, experimentar, explorar), la perspicacia (aprende rápidamente nuevos conceptos; ve conexiones; sentidos significados más profundos), el razonamiento (enfoques lógicos para encontrar soluciones) y la creatividad (Hyde et al., 2011). Además, Sternberg (2005) afirma que los estudiantes superdotados tienen habilidades analíticas, creativas y prácticas. Según Renzulli (2005), los estudiantes superdotados tienen un alto coeficiente intelectual, creatividad y compromiso con la tarea. Gagné (2004) afirma que los alumnos superdotados tienen habilidades naturales superiores (dones) con respecto a las habilidades intelectuales, creativas, socioafectivas y sensoriomotoras, y estas capacidades son las que impulsan las habilidades para cumplir o realizar una tarea (En el Capítulo 2 se da más información sobre la superdotación y las características de los estudiantes superdotados).

Si los dones como capacidades naturales se cultivan y apoyan a través de un proceso de desarrollo adecuado, evolucionan hacia talentos que son habilidades bien entrenadas características de un campo concreto de la actividad humana realizada en un campo ocupacional como la ingeniería, las artes o la arquitectura (Gagné, 2004). En este sentido, muchos estudian la importancia de atender las necesidades especiales de los estudiantes superdotados por principalmente dos razones. En primer lugar, las personas superdotadas tienen necesidades especiales de aprendizaje que deben atenderse, ya que de lo contrario pueden causar actitudes negativas hacia el aprendizaje, una disminución de la motivación, pérdidas de talento, fracasos académicos o incluso abandonar los estudios (Renzulli, 2016). Por lo tanto, el alumno superdotado tendrá desventaja si sus necesidades especiales no se

abordan en el aula. En segundo lugar, las personas superdotadas son personas importantes para el desarrollo económico y los recursos humanos de los países (Besançon, 2013). Asimismo, Renzulli (2016) añade «que el propósito principal de la educación para superdotados es aumentar la reserva mundial de personas creativas y productivas, las personas que se convertirán en inventores, autores, científicos, artistas, empresarios y líderes empresariales, políticos, sociales y económicos del futuro». Por lo tanto, proporcionar experiencias educativas apropiadas para alumnos superdotados contribuirá al desarrollo de la sociedad en muchos campos como la ciencia, las artes, la tecnología, la alfabetización y la ingeniería. Sin embargo, Gubbels et al. (2014) señalan que el bajo rendimiento de los estudiantes superdotados es más profundo en campos CTIAM como la ciencia y la tecnología.

## 2. Atender las necesidades educativas de los alumnos superdotados

Los estudios en el campo de la educación para superdotados coinciden en destacar que la satisfacción de las necesidades educativas especiales depende de la aplicación de estrategias de diferenciación en las prácticas docentes. Los profesores deberían ser conscientes de la observación de Feldhusen (1989, p. 9) que dice que «la diferenciación surge al comprender que ya no es posible mirar a un grupo de estudiantes en un aula y pretender que son esencialmente iguales». Por lo tanto, para que la enseñanza responda a la diversidad en las aulas y garantice que todos los estudiantes aprendan y crezcan, las estrategias de diferenciación deben implementarse como enfoques pedagógicos y filosóficos de la instrucción (Brigandi et al., 2019). En una sola frase, la diferenciación se ve como «los maestros se esfuerzan de manera proactiva e intencional por diferenciar el currículo, la instrucción y las evaluaciones utilizando los datos de los estudiantes para modificar el contenido, el proceso, el producto y el entorno de aprendizaje en función de la preparación, los intereses y los perfiles de aprendizaje de los estudiantes» (Brigandi et al., 2019, p. 365). Los principios de las estrategias de diferenciación eficaces se explican bien en el capítulo 3. Como tales, las estrategias de diferenciación apropiadas consideran las necesidades, intereses, capacidades, niveles de preparación y perfiles de aprendizaje de los estudiantes superdotados. Supongamos que un profesor quiere impartir una instrucción diferenciada. En ese caso, debería «crear oportunidades de aprendizaje dentro de un plan de estudios de alta calidad, para maximizar la probabilidad de que todos los estudiantes se involucren en el aprendizaje, experimenten la eficiencia del aprendizaje y experimenten el crecimiento cognitivo» (Renzulli, 2016, p. 602). En este sentido, para que las instrucciones respondan a las diferencias de los alumnos superdotados, el profesor ofrece múltiples opciones para tomar información, dar sentido a las ideas y expresar lo que aprenden, y esto está desarrollando productos para que cada estudiante pueda aprender eficazmente (Tomlinson, 2017).

Los profesores deben emplear diversas estrategias de diferenciación, como la aceleración, la compactación curricular o el enriquecimiento para abordar las diferentes

necesidades de aprendizaje de los estudiantes superdotados en el aula. El enriquecimiento es la opción preferida y más explorada para la diferenciación. Las definiciones anteriores de enriquecimiento postulan que las estrategias de enriquecimiento tienen como objetivo promover niveles más altos de pensamiento y creatividad en un campo temático y permitir que los estudiantes exploren esa asignatura en profundidad (Kim, 2016). Las estrategias de enriquecimiento son esencialmente métodos de entrega para lograr los objetivos de proceso y contenido del plan de estudios. Los objetivos de proceso incluyen desarrollar tales habilidades o procesos como el pensamiento creativo y la resolución de problemas, el pensamiento crítico, el pensamiento científico y otros (Davis et al., 2014) (ver Capítulo 10). Los objetivos de contenido se refieren a la materia, los proyectos y las actividades en las que se desarrollan los procesos. Como tal, en una estrategia de enriquecimiento, abordar las necesidades de los estudiantes superdotados se refiere a nutrir y desarrollar las habilidades de dichos alumnos, incluidas las habilidades de pensamiento (creativas y analíticas), las habilidades de aprendizaje, las habilidades de investigación y las habilidades afectivas (habilidades personales y sociales). Esto significa que el enriquecimiento proporciona más desafíos en cuanto a las experiencias cognitivas y afectivas. Al final, en una asignatura o en cualquier campo de la educación, un profesor elige una estrategia de enriquecimiento adecuada que implique un enfoque pedagógico, un contenido, unas actividades y una evaluación adecuados para apoyar y satisfacer las destrezas mencionadas anteriormente (que se describirán ampliamente en el capítulo 4) para aumentar el compromiso y el potencial del alumno.

### 3. Apoyo a los estudiantes superdotados en la educación CTIAM

En la era de los avances tecnológicos, la globalización y el conocimiento, los planes de educativos globales enfatizan la educación **CTIM** (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) en las escuelas. El objetivo principal detrás de este esfuerzo es educar a la próxima generación de estudiantes/aprendices para que se familiaricen con la tecnología y se interesen en materias o campos como la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas ante el aumento de la competencia económica (Khine & Areepattamannil, 2019, p. iii). Por lo tanto, las políticas educativas en todo el mundo incorporaron CTIM en su agenda durante mucho tiempo, y se han hecho muchos esfuerzos para apoyar a los profesores para una educación CTIM adecuada y eficaz (Tytler, 2020). (Khine y Areepattamannil (2019) sugieren que, junto con el progreso en el plan de estudios CTIM, los docentes emplean estrategias de instrucción para ayudar a las nuevas generaciones a funcionar bien en la sociedad futura y equiparlas con habilidades del siglo XXI que incluyen creatividad, innovación y emprendimiento.

Recientemente, CTIAM se ha mezclado con otra letra en el acrónimo, que es Arte. El arte se integra en el plan de estudios y evoluciona a CTIAM. Según Spector (2015, p. 5), CTIAM

se refiere a «la inclusión de las artes liberales y las humanidades en la educación CTIM; algunas concepciones de CTIAM simplemente usan la «A» para indicar una quinta área de disciplina, las artes y las humanidades». El objetivo principal era incluir la quinta disciplina para proporcionar un enfoque integral de la educación a través del cual más estudiantes participarán y aportarán creatividad, innovaciones y diseño a la vida y mejorarán los productos de la sociedad (Sickler-Voigt, 2023). El reclutamiento y la retención de estudiantes en las carreras CTIAM y el desarrollo de habilidades y aprecio de CTIAM es un enfoque mundial (OCDE, 2016). La educación CTIAM promueve una comprensión más profunda de la naturaleza interdependiente de las disciplinas CTIAM, apoya niveles más profundos de resolución de problemas, creatividad y pensamiento de orden superior (Morris et al., 2021) y se vincula con la aplicación en un contexto auténtico. (Más información sobre CTIAM se presentará en el capítulo 4). Dado que CTIAM desempeña un papel crucial en el desarrollo nacional, la productividad económica, la creatividad, la innovación y el bienestar social (Tytler, 2020), los educadores deben ofrecer oportunidades de aprendizaje que requieran la integración de estas competencias e incluir a todos los alumnos apoyando sus habilidades y potencial (Morris et al., 2021) (20).

Integrar a los alumnos superdotados como individuos con altas capacidades es una tarea crucial y este esfuerzo tiene una doble cara. En primer lugar, el aprendizaje CTIAM tiene como objetivo la promoción de habilidades cognitivas de orden superior, la creatividad, la producción de contenido auténtico, la resolución de problemas o la indagación, estos objetivos pedagógicos encajan bien como elementos esenciales de las experiencias educativas para los estudiantes superdotados. Estos elementos pedagógicos deben favorecer el compromiso, la creatividad y la autonomía de los alumnos en cuanto a profundidad y amplitud del contenido, los intereses, la autoeficacia y la producción. Por lo tanto, el aprendizaje CTIAM apropiado puede ser una buena estrategia de diferenciación para los superdotados (Mun & Hertzog, 2018). En segundo lugar, la educación CTIAM podría ser más eficaz y exitosa para alcanzar sus objetivos finales mencionados anteriormente si los estudiantes están bien comprometidos en la educación CTIAM, ya que son considerados como los alumnos más capaces con respecto a las habilidades mencionadas anteriormente (Morris et al., 2021). (Se presentará más información en el capítulo 4).

Dado que los individuos superdotados son aprendices exitosos de CTIAM, y CTIAM es una buena oportunidad para ellos si reciben apoyo en sus habilidades, se fomenta su interés y demuestran su potencial, los profesores en las aulas deben emplear estrategias para integrar a los estudiantes superdotados en la educación CTIAM. Pero los investigadores (por ejemplo, Morris et al., 2021) muestran que existen barreras para la integración de los alumnos superdotados para una educación CTIAM efectiva. Estas barreras generalmente limitan su capacidad para participar en experiencias de aprendizaje CTIAM profundas y avanzadas y ejercer empleos CTIAM. Una prueba de esta situación es el bajo rendimiento revelado por PISA (2009). Gettings (2016) critica las prácticas educativas actuales de CTIAM, ya que los campos de contenido se dividen y exploran por separado como los enfoques tradicionales. Se

destacó que se deberían implementar estrategias apropiadas para apoyar la resolución creativa de problemas, el aprendizaje individual, el compromiso con las tareas y la responsabilidad social involucrando a los estudiantes en el pensamiento de alto nivel y la síntesis de contenido significativo en todas las disciplinas (Wilson, 2018). Vantassel-Baska y Hubbard (2016) afirman que si los profesores emplean estrategias pedagógicas adecuadas, se pueden realizar lecciones CTIAM de calidad. Por lo tanto, la forma más crucial de aumentar el compromiso y el éxito de los estudiantes superdotados en las clases CTIAM es adoptar estrategias de diferenciación efectivas, incluido el enriquecimiento (Morris et al., 2021). Los profesores deben recibir apoyo, equipados con conocimientos pedagógicos eficaces y conocimientos de contenido pedagógico para lograr el máximo compromiso y apoyo para sus estudiantes superdotados en la educación CTIAM.

En cuanto a los argumentos y conocimientos propuestos hasta la fecha, el proyecto GIFTLED y su consorcio tienen como objetivo desarrollar un método y unos recursos de enriquecimiento que ayuden a los docentes a apoyar e implicar mejor a sus alumnos superdotados en la educación CTIAM. La estrategia de diferenciación versará sobre el proceso y elementos del entorno (herramientas) del plan de estudios de CTIAM para superdotados. En este sentido, el proyecto propone un nuevo enfoque pedagógico y el uso de tecnologías innovadoras para profesores de superdotados. En las siguientes secciones, explicaremos el enfoque pedagógico específico y el uso de la realidad aumentada (en adelante RA) y las herramientas de diseño digital (en adelante **DDT**) en la educación CTIAM de estudiantes superdotados. Al final de este capítulo, explicaremos el Método GIFTLED.

En esta propuesta, hay tres puntos de intersección para explicar. En primer lugar, la pedagogía se concibe como los métodos empleados por los profesores para instruir y enseñar a los alumnos y es definido por Cope y Kalantzis (2015, p. 71) como un proceso de conocimiento, ya que «implica una (re)consideración crítica e iterativa de los conocimientos y capacidades de los estudiantes a medida que un profesor calibra cuidadosamente las distancias entre el mundo vital conocido del alumno y las posibilidades de transformación del por conocer. En segundo lugar, Reis et al. (2021, p. 2) definen la pedagogía del enriquecimiento como los métodos de enseñanza que responden a los puntos fuertes e intereses académicos de los estudiantes y señalan que:

«Las teorías del enriquecimiento suelen basarse en los intereses; integran contenido, procesos y productos avanzados; incluyen temas interdisciplinarios amplios; fomentan un aprendizaje independiente y autónomo eficaz; proporcionan planes de estudios y una instrucción compactos, individualizados y diferenciados; desarrollan las capacidades creativas de resolución de problemas y la creatividad; e integran las herramientas de los profesionales en ejercicio en el desarrollo de productos.»

En tercer lugar, un enfoque de enriquecimiento bona fide en la educación CTIAM tiene como objetivo aumentar las habilidades y actitudes CTIAM. Estas habilidades incluyen

habilidades de pensamiento cognitivo (creativo, resolución de problemas, toma de decisiones, pensamiento crítico y pensamiento lógico), habilidades afectivas (interpersonales e intrapersonales), habilidades de aprendizaje, habilidades de investigación y habilidades de comunicación (Renzulli, 2016). En cuanto a los procesos o las actividades de instrucción en la estrategia de enriquecimiento, según Tomlinson (2017, p. 12), el proceso es una actividad de creación de sentido que es un vehículo para el aprendizaje que incluye lo que los estudiantes necesitan saber, comprender y ser capaces de hacer. Por lo tanto, una estrategia de enriquecimiento eficaz debe verse como un proceso de creación de sentido diseñado para ayudar a un estudiante a progresar desde un punto actual de comprensión a un nivel más complejo de comprensión. Los estudiantes dan sentido a las ideas y la información si las actividades son interesantes, promueven el pensamiento de alto nivel y requieren que los estudiantes usen el conocimiento, las habilidades y la comprensión (Tomlinson, 2017, p. 12). La diferenciación de procesos según este enfoque debe incluir (1) el aprendizaje y el uso de habilidades de pensamiento abstracto, incluido el pensamiento creativo, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, (2) la aplicación de habilidades de pensamiento abstracto a contenidos complejos, lo que resulta en la producción de productos sofisticados y, (3) la integración de habilidades básicas y habilidades de pensamiento abstracto (Hyde et al., 2011). En tal proceso, los estudiantes transfieren sus conocimientos a niveles más altos de las habilidades mencionados anteriormente y termina con la producción creativa en entornos auténticos. En otras palabras, el proceso de transferencia de conocimientos incluye experimentar, conceptualizar, analizar y aplicar. Como tal, una estrategia de enriquecimiento en la que los estudiantes superdotados transfieran sus conocimientos en la educación CTIAM debe involucrar esos elementos y etapas.

Para que la transferencia de conocimientos y la productividad creativa se ajusten a los intereses y capacidades de los alumnos, deben aplicarse niveles de actividad bien concebidos. Estos niveles deben considerarse como la amplitud del enriquecimiento. Wilson (2018) propone que tal proceso de enriquecimiento se desencadena por la estimulación externa, la curiosidad interna, la necesidad o las combinaciones de estos que resultan en el desarrollo de un interés en un tema, problema o área de estudio en los campos CTIAM. Esto puede lograrse mediante la exposición a campos o estudios en los que los estudiantes podrían tener intereses. En esta etapa, los alumnos se sitúan en sus campos de interés. Este tipo de actividades puede implicar la exploración del campo, actividades prácticas y oportunidades de investigación que permiten al alumno ubicar y descubrir sus intereses. Además, una estrategia de enriquecimiento adecuada implica formación e instrucción de métodos enseñándoles cómo integrar contenido avanzado, habilidades de pensamiento y metodología de investigación y resolución creativa de problemas en áreas de interés autoseleccionadas, así como un componente de habilidades de proceso (Davis et al., 2014). Por último, se esperaba que los estudiantes tuvieran la oportunidad para dedicarse a temas de su propio interés y que se les ofrecieran oportunidades, recursos y estímulos para aplicar estas habilidades a los problemas y áreas de interés autoseleccionados (Kim, 2016; Renzulli, 2016).

Además, cada estudiante necesita desafíos y éxito, y abordar las diferencias de los alumnos requiere un enfoque flexible de la enseñanza (Tomlinson, 2017).

#### **4. Un nuevo enfoque de la educación CTIAM para superdotados: «Aprender diseñando»**

Dado que la pedagogía se considera un proceso de conocimiento donde el alumno transfiere los conocimientos según su interés, habilidades y creatividad, una pedagogía de enriquecimiento eficaz para los estudiantes superdotados. Por lo tanto, el proceso como elemento curricular en la estrategia de enriquecimiento debe involucrar secuencias de actividades de aprendizaje que se clasifiquen de acuerdo con «qué y cómo» pueden hacer los alumnos para saber. En este sentido, Cope y Kalantzis (2015) sugieren un enfoque en el que el proceso de aprendizaje está diseñado para tipos de actividades por parte del profesorado para implementar procesos de conocimiento que incluyen 1) experimentar lo conocido y lo desconocido, 2) conceptualizar lo abstracto y teórico, 3) analizar funciones y perspectivas, y 4) aplicar el conocimiento de forma adecuada y creativa. Tal enfoque para una estrategia de enriquecimiento conducirá al aprendizaje con comprensión donde los estudiantes superdotados (1) comprenderán las teorías, principios, procesos, actitudes y creencias subyacentes en las disciplinas académicas y a través de ellas; (2) podrán aplicar lo que aprenden, (3) podrán transferir su comprensión a contextos familiares y desconocidos; y (4) integrarán muchos tipos de conocimiento para diseñar y producir de una manera creativa de acuerdo a sus intereses.

El concepto de diseño aquí es doble. En primer lugar, el profesor es el diseñador del proceso teniendo en cuenta las diferencias y las necesidades del alumno. En segundo lugar, el alumno superdotado es el diseñador que utiliza sus conocimientos y la transferencia de conocimientos a través de la participación activa en actividades de aprendizaje relacionadas con el interés, las habilidades y la creatividad. Al final, el proceso de aprendizaje diseñado y las actividades de diseño de los estudiantes apoyan las habilidades y la motivación de los superdotados. Cope and Kalantzis (2015, p. 38) ofrecen los siguientes tipos de actividades (véase la Figura 1.1), y nosotros abogamos por estos tipos de actividades para el proceso de enriquecimiento en la educación CTIAM para superdotados.

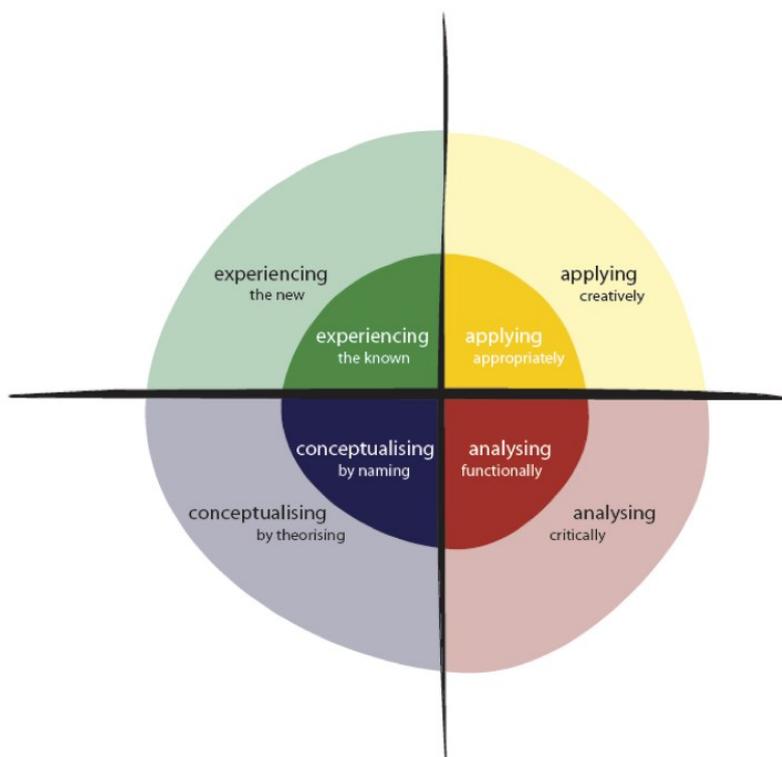


Gráfico 1.1: Actividades de Aprendizaje por Diseño

### a) Práctica situada (Experiencia)

La cognición humana es situada y contextual y (Gee, 2004) señala que los significados se basan en patrones del mundo real de experiencias, acciones e intereses subjetivos de los estudiantes. En este tipo de actividad, el alumno experimenta varias informaciones conocidas y desconocidas, o situaciones con respecto al campo de contenido más de lo que ofrece la escuela. En la práctica situada, los estudiantes participan en un proceso de conocimiento a través del cual tienen lugar la experiencia personal, el compromiso concreto y la exposición a pruebas, hechos y datos. Esta participación implica experimentar lo conocido y lo desconocido. La primera se refiere a «retornos regulares a las experiencias del mundo de la vida estudiantil, el conocimiento y la experiencia previa con reflexiones metacognitivas» y la segunda es «la inmersión en la gama de fuentes de información como las que ahora están disponibles en la web, así como actividades prácticas y experiencias de inmersión» (Cope & Kalantzis, 2015, p. 15). Por lo tanto, en la clase CTIAM, el alumno superdotado puede explorar muchos temas, campos o áreas de interés conocidos y desconocidos que también despertarán su interés. A través de esa experiencia, el alumno superdotado verá lo que está sucediendo en los campos sumergiéndose, teniendo recursos que pueden ser proporcionados

por un experto, o participando en actividades exploratorias que están diseñadas para despertar su interés.

### **b) Instrucción abierta (Conceptualización)**

En este tipo de actividad o fase, el alumno conceptualiza conocimientos abstractos y teóricos desconocidos. Cope y Kalantzis (2015, p. 15) señalan que «el conocimiento disciplinario se basa en distinciones de concepto y teoría finamente afinadas, típicas de las desarrolladas por comunidades de práctica expertas» y destacan que en el proceso de conceptualización, los estudiantes no son meros receptores pasivos de la información de los profesores, sino que es un proceso de conocimiento «en el que los estudiantes se convierten en conceptualizadores activos, haciendo explícito lo tácito y generalizando a partir de lo particular».

Aquí se espera que los profesores sigan estrategias o actividades de instrucción en las que los estudiantes usen sus conocimientos existentes para construir nuevas concepciones. Las actividades de instrucción abierta implican categorizar por el nombre y por la teoría. En la primera, los estudiantes hacen categorizaciones, clasificaciones y definiciones de conceptos. Conceptualizar nombrando implica establecer distinciones, identificar similitudes y diferencias, y categorizar con etiquetas. De este modo, los estudiantes dan nombres abstractos a las cosas y desarrollan conceptos. En este último caso, los estudiantes desarrollan esquemas disciplinarios y modelos mentales. Tal teorización implica comprensión explícita, abierta, sistemática, analítica y consciente, y descubre realidades implícitas o subyacentes que pueden no ser inmediatamente evidentes desde la perspectiva de la experiencia del mundo vital. La conceptualización es muy crucial para transformar el conocimiento en productos de aprendizaje creativo, ya que son vehículos para explorar la naturaleza de las disciplinas, para pensar de manera disciplinaria y para mejorar la pericia en las disciplinas. Cuando se produce la conceptualización, el alumno superdotado conectará los nuevos conocimientos con los antiguos, transferirá la comprensión a nuevas situaciones y recuperará con rapidez los conocimientos anteriormente. En este tipo de actividad, se espera que los profesores introduzcan los nuevos conocimientos a través de una experiencia de aprendizaje donde el alumno dotado vea la relación y la conexión entre los conocimientos antiguos y los nuevos y la conceptualización tenga lugar en el nivel más alto entre todas las disciplinas.

### **c) Encuadre crítico (Análisis)**

Según Cope y Kalantzis (2015), el aprendizaje profundo y potente implica que los estudiantes mejoren su capacidad crítica. En el contexto pedagógico, el término «crítico» significa el análisis y la evaluación del conocimiento. Mediante el análisis, Cope y Kalantzis

añaden que «los alumnos examinan la interrelación de los elementos constitutivos de algo, su funcionamiento y la justificación subyacente de un determinado conocimiento, acción, objeto o significado representado». Las actividades de encuadre crítico obligan a los estudiantes para hacer dos tipos de análisis. En primer lugar, los estudiantes realizan un análisis funcional en el que examinan funciones de argumentos, explicaciones, acciones, objetos, estructuras dinámicas, diseños, procesos, etc. Cope y Kalantzis (2015) señalan que los estudiantes deben plantearse tales preguntas. ¿Qué hace? ¿Cómo lo hace? ¿Cuál es su estructura, función, relaciones y contexto? ¿Cuáles son sus causas y sus efectos? En segundo lugar, los estudiantes realizan un análisis crítico que abarca el análisis de los objetivos e intereses de las personas y los fines del conocimiento o su funcionamiento en la disciplina correspondiente. En estas actividades, se espera que los estudiantes desarrollen sus habilidades de aprendizaje independientes y la calidad de sus tareas personales, proyectos e investigaciones.

Heilbronner y Renzulli (2016) señalan que, a través de este tipo de actividad, el alumno superdotado obtiene conocimientos analizados que desarrollan habilidades de pensamiento como la «interpretación»; extrapolación; reconocimiento de atributos; discriminar entre lo igual y lo diferente; comparación y contraste; categorización; clasificación; determinación de los criterios; clasificación, priorización y secuenciación; ver las relaciones; determinar la causa y el efecto; constatación de patrones; y hacer analogías». En la taxonomía de Bloom, estas habilidades se consideran como las destrezas de pensamiento de orden superior con respecto al análisis, síntesis y evaluación. La mayoría de estas habilidades se consideran en el contexto de las habilidades de pensamiento del siglo XXI. Tales actividades pueden ser debates, simulaciones, juegos de rol, críticas y cuestionamientos que se centran en actitudes, valores, conclusiones y por qué, cómo y causa-efecto suelen ser las formas en que se desarrollan las habilidades de análisis.

#### **d) Práctica transformada (Aplicación)**

El último tipo de actividad descrito por Cope y Kalantzis (2015) es la práctica transformada a través de la cual los estudiantes aplican sus conocimientos y comprensión a la diversidad de situaciones del mundo real con respecto a sus intereses y creatividad. Heilbronner y Renzulli (2016) proponen que los estudiantes obtengan conocimientos aplicados con los que «un enfoque principal en brindar oportunidades para perseguir problemas reales en formas investigativas y creativas». En esta etapa, los estudiantes diseñan sus propios productos de aprendizaje que involucran soluciones de problemas, diseños de productos, diseños artísticos, etc.

Las actividades de enriquecimiento de la práctica transformada incluyen dos tipos de actividades. La primera es la aplicación adecuada, en la que el alumno pone en práctica eficazmente significados y conocimientos en un contexto próximo. Proceso de conocimiento mediante el cual se actúa sobre el conocimiento o se realiza de manera predecible o típica en

un contexto específico. La segunda es la aplicación creativa en la que los estudiantes transfieren conocimientos a un contexto diferente, hibridan conocimientos y expresan sus problemas, soluciones, nuevas ideas y creaciones de una manera creativa de acuerdo con sus intereses y habilidades. Esta aplicación creativa toma conocimientos y capacidades de un entorno y los adapta a otro diferente. Por lo tanto, los estudiantes superdotados actúan de manera innovadora y creativa de acuerdo con sus intereses, experiencias y aspiraciones que se originan en sus habilidades y talentos naturales. Al final, transfieren sus conocimientos recién obtenidos a un nuevo entorno.

Heilbronner y Renzulli (2016)<sup>18</sup> señalan que estas actividades son niveles más avanzados de resolución de problemas y construcción del conocimiento que requieren curiosidad, creatividad y compromiso con la tarea. En estas actividades se exige a los alumnos superdotados que vayan más allá de los problemas prescritos, e incluso de las actividades de aprendizaje basado en problemas asignadas por el profesor. Renzulli y Reis (2014) añaden que en este tipo de actividades la atención se centra en «(a) la personalización del interés, (b) el uso de una auténtica metodología investigadora y creativa, (c) problemas sin respuestas correctas predeterminadas, y (d) el desarrollo de un producto que tendrá un impacto en una o más audiencias previstas». En este sentido, los alumnos diseñan productos auténticos en el nivel más individual y creativo en el que los alumnos superdotados desempeñan papeles como investigadores de primera mano, escritores, artistas u otros tipos de profesionales en ejercicio.

## **5. El uso de la RA y las herramientas digitales para fomentar las experiencias de aprendizaje de los superdotados**

VanTassel-Baska (2003) propone que las experiencias curriculares para alumnos superdotados deben planificarse, redactarse, aplicarse y evaluarse cuidadosamente para maximizar el efecto potencial. Como ya se ha dicho, esto es posible mediante la diferenciación de los elementos del currículo, que son el entorno y las herramientas utilizadas en las actividades de aprendizaje. Una forma de promover la educación de los alumnos superdotados es la integración de la tecnología en el entorno de aprendizaje y la diferenciación de las herramientas de aprendizaje.

Según la Sociedad Internacional de Tecnología en la Educación (ISTE, 2016), la tecnología ofrece numerosas oportunidades que implican creatividad e innovación, comunicación y colaboración, fluidez en la investigación y la información, pensamiento crítico, resolución de problemas y toma de decisiones, ciudadanía digital, operaciones y conceptos tecnológicos. Los estudiantes son vistos como aprendices empoderados, ciudadanos digitales, constructores de conocimiento, diseñadores innovadores, pensadores computacionales, comunicadores creativos y comunicadores globales. En este sentido,

Puentedura (2009) explica que las herramientas digitales pueden utilizarse como medio para aprender y transformar el conocimiento en productos individualizados y creativos. También se añade que, si las herramientas digitales se utilizan de forma adecuada durante las actividades de aprendizaje, pueden aumentar significativamente el compromiso y el interés de los alumnos. Davis et al. (2014) y Housand (2016) sugieren un modelo en el que los profesores de alumnos superdotados utilicen la tecnología en el aula. Si los profesores toman conciencia del potencial y la promesa de la tecnología para las aulas de superdotados y si ayudan a sus alumnos a utilizarla de forma significativa, se puede aumentar la creatividad, el interés, la productividad y la responsabilidad (o compromiso con la tarea) de los alumnos. Las herramientas digitales también aumentan la sofisticación de los productos que pueden diseñar los alumnos superdotados. Además, el uso de herramientas digitales hará que las experiencias de aprendizaje sean más significativas y atractivas, ya que los niños de esta época son nativos digitales.

El uso de herramientas y aplicaciones digitales será más valioso en la clase CTIAM, ya que la tecnología permite herramientas más productivas, el diseño y la intersección de trabajos interdisciplinarios. Las herramientas y aplicaciones digitales pueden utilizarse para adquirir, analizar y aplicar conocimientos. En otras palabras, especialmente los dispositivos conectados a Internet y las aplicaciones de herramientas digitales ayudan a los alumnos a adquirir conocimientos, aplicarlos y diseñar nuevos productos según sus intereses y creatividad. Las herramientas de realidad aumentada (RA) se encuentran entre las herramientas digitales que se utilizan en las prácticas educativas de muchas disciplinas, como las disciplinas CTIAM. Estas herramientas permiten superponer información y conocimientos de imágenes virtuales generadas por ordenador a un entorno real directo o indirecto en tiempo real (Zhou et al., 2008). En un enfoque basado en el aula, las herramientas de RA permiten adquirir, analizar y aplicar conocimientos. Además de aumentar la motivación y el compromiso, las herramientas y aplicaciones de diseño digital ofrecen numerosas oportunidades de diseño en las que los estudiantes pueden producir de forma creativa sus propios productos de aprendizaje. En este sentido, los profesores deberían beneficiarse de las diversas oportunidades que ofrecen las herramientas de diseño digital y RA para diferenciar el entorno de aprendizaje y promover el proceso de aprendizaje con un alto grado de compromiso, motivación y productividad. (Se presentará más información en los capítulos 5 y 6).

## **6. GIFTLED: Un nuevo método para fomentar la educación CTIAM de los alumnos superdotados**

Este proyecto propone un método de enriquecimiento nuevo e innovador cuyo objetivo es fomentar la educación CTIAM de los alumnos superdotados y proporcionar recursos y herramientas eficaces para los profesores de superdotados. Teniendo en cuenta

las diferencias, capacidades y potencialidades de los alumnos superdotados, el método GIFTLED pretende fomentar el aprendizaje CTIAM en lo que se refiere a (1) máximo rendimiento en competencias básicas, (2) contenidos más allá del currículo prescrito, (3) exposición a una variedad de campos de estudio en CTIAM, (4) contenidos seleccionados por el alumno, (5) alta complejidad de contenidos, (6) experiencia en pensamiento creativo y resolución de problemas, (7) desarrollo de habilidades de pensamiento, (8) desarrollo de habilidades de alfabetización digital (9) desarrollo afectivo incluyendo lo intrapersonal e interpersonal, (10) desarrollo de la productividad, y (10) desarrollo de la motivación y el compromiso.

Para ello, en primer lugar, el método GIFTLED adopta el enfoque de «aprendizaje basado en el diseño» como estrategia pedagógica e instructiva. Sigue y emplea los tipos de actividad que permiten la transformación del conocimiento según las habilidades y el potencial de los alumnos superdotados. En otras palabras, el enfoque de «aprendizaje basado en el diseño» es una estrategia para la diferenciación de procesos en el aprendizaje CTIAM para alumnos superdotados. En segundo lugar, para lograr los objetivos mencionados, el método GIFTLED integra herramientas de diseño digital y aplicaciones de RA. Las herramientas de diseño digital y las aplicaciones de RA se utilizan en el enfoque de «aprendizaje basado en el diseño» en la educación CTIAM. El uso de estas herramientas digitales es una forma de diferenciar el entorno de aprendizaje. Los profesores utilizarán herramientas de RA en las tres primeras etapas del «enfoque de aprendizaje basado en el diseño». En la cuarta etapa del enfoque, los estudiantes utilizarán herramientas de diseño digital (DDT) para aplicar los conocimientos y diseñar sus propios productos creativos de aprendizaje. El método GIFTLED se visualiza en la figura 1.1. En las próximas partes del manual, se informará detalladamente a los profesores sobre cómo utilizar y adaptar el método GIFTLED en su educación CTIAM.

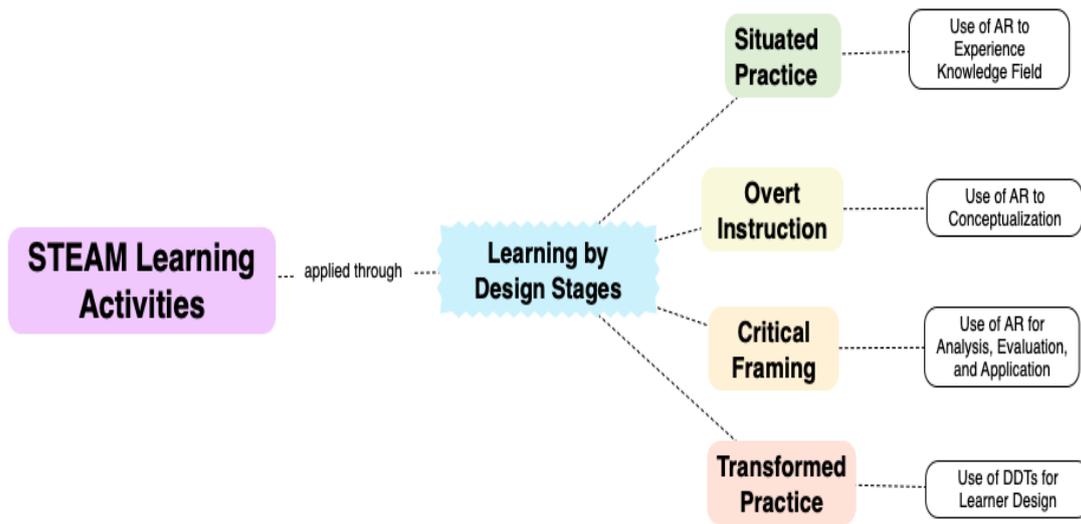


Gráfico 1.2: Visión general del método GIFTLED como estrategia de enriquecimiento

## Referencjas

Besançon, M. (2013). Creativity, Giftedness and Education. *Gifted and Talented International*, 28(1–2), 149–161. <https://doi.org/10.1080/15332276.2013.11678410>

Black, P., & Wiliam, D. (2010). Inside the black box: Raising standards through classroom assessment. *Phi Delta Kappan*, 92(1), 81–90.

Brigandi, C. B., Gilson, C. M., & Miller, M. (2019). Professional Development and Differentiated Instruction in an Elementary School Pullout Program: A Gifted Education Case Study. *Journal for the Education of the Gifted*, 42(4), 362–395. <https://doi.org/10.1177/0162353219874418>

Cope, B., & Kalantzis, M. (2015). The Things You Do to Know: An Introduction to the Pedagogy of Multiliteracies. In B. Cope & M. Kalantzis (Eds.), *A Pedagogy of Multiliteracies* (pp. 1–36). Palgrave Macmillan.

Davis, G. A., Rimm, S. B., & Siegle, D. (2014). *Education of the Gifted and Talented* (6th ed.). Pearson.

Feldhusen, J. F. (1989). Synthesis of research on gifted youth. *Educational Leadership*, 46(6), 6–11.

Gagné, F. (2004). Transforming gifts into talents: The DMGT as a developmental theory. *High Ability Studies*, 15(2), 119–147. <https://doi.org/10.1080/1359813042000314682>

Gee, J. P. (2004). *Situated Language and Learning: A Critique of Traditional Schooling*. Routledge.

Gettings, M. (2016). Putting It All Together: STEAM, PBL, Scientific Method, and the Studio Habits of Mind. In *Art Education* (Vol. 69, Issue 4, pp. 10–11). Routledge. <https://doi.org/10.1080/00043125.2016.1176472>

Gubbels, J., Segers, E., & Verhoeven, L. (2014). Cognitive, socioemotional, and attitudinal effects of a triarchic enrichment program for gifted children. *Journal for the Education of the Gifted*, 37(4), 378–397. <https://doi.org/10.1177/0162353214552565>

Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers maximizing impact on learning*. Routledge.

Heilbronner, N. N., & Renzulli, J. R. (2016). *Schoolwide Enrichment Model in Science: A Hands-On Approach for Engaging Young Scientists*. Prufrock Press Inc.

Housand, B. C. (2016). The Role of Technology in Curriculum for the Gifted: From Little Acorns Grow Mighty Oaks. In K. R. Stephens & F. A. Karnes (Eds.), *Introduction to curriculum design in gifted education*. Prufrock Press.

Hyde, L., Jones, S., Miller, J., Richburg, J., & Warren, S. (2011). *Gifted and Talented Teacher Guidebook*. La Porte Independent School District.

International Society for Technology in Education. (2016). *National Educational Technology Standards for Students*.

Khine, M. S., & Areepattamannil, S. (2019). *STEAM Education Theory and Practice* (M. S. Khine & S. Areepattamannil, Eds.). Springer Nature.

Kim, M. (2016). A Meta-Analysis of the Effects of Enrichment Programs on Gifted Students. *Gifted Child Quarterly*, 60(2), 102–116. <https://doi.org/10.1177/0016986216630607>

Morris, J., Slater, E., Fitzgerald, M. T., Lummis, G. W., & van Etten, E. (2021). Using Local Rural Knowledge to Enhance STEM Learning for Gifted and Talented Students in Australia. *Research in Science Education*, 51, 61–79. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-9823-2>

Mun, R. U., & Hertzog, N. B. (2018). Teaching and Learning in STEM Enrichment Spaces: From Doing Math to Thinking Mathematically. *Roeper Review*, 40(2), 121–129. <https://doi.org/10.1080/02783193.2018.1434713>

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2016). *PISA 2015 results: excellence and equity in education*.

Programme for International Student Assessment. (2009). *PISA 2009 assessment framework— Key competencies in reading, mathematics and science*.

Puentedura, R. R. (2009, January 15). *As we may teach: Educational technology, from theory into practice*.

Reis, S. M., Renzulli, S. J., & 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. J., & Reis, S. M. (2014). *The Schoolwide Enrichment Model\_ A How-To Guide for Talent Development*-(2014). Prufrock Press Inc.

Renzulli, J. S. (2005). The three-ring definition of giftedness: A developmental model for promoting creative productivity. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (2nd ed., pp. 246–280). Cambridge University Press.

Renzulli, J. S. (2016). *The Enrichment Triad Model: A Guide for Developing Defensible Programs for the Gifted and Talented* . In J. S. Renzulli (Ed.), *Reflection on Gifted Education*. Prufrock Press Inc.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4–14.

Sickler-Voigt, D. C. (2023). *STEAM Teaching and Learning Through the Arts and Design*. Routledge.

Spector, J. M. (2015). Education, Training, Competencies, Curricula and Technology. In X. Ge, D. Ifenthaler, & J. M. Spector (Eds.), *Emerging Technologies for STEAM Education Full STEAM Ahead* (pp. 3–17). Springer .

Sternberg, R. J. (2005). The theory of successful intelligence. *Interamerican Journal of Psychology*, 39, 189–202.

Tomlinson, C. A. (2017). *How to Differentiate Instruction in Academically Diverse Classrooms* (3rd ed.). ASCD.

Tytler, R. (2020). STEM Education for the Twenty-First. In J. Anderson & L. Yeping (Eds.), *Integrated Approaches to STEM Education An International Perspective* (pp. 21–39). Springer Nature .

VanTassel-Baska, J. (2003). Content-based curriculum for high-ability learners . In J. VanTassel-Baska & C. A. Little (Eds.), *Content-based curriculum for high-ability learners* (pp. 1–23). Prufrock Press.

VanTassel-Baska, J., & Hubbard, G. F. (2016). Classroom-Based Strategies for Advanced Learners in Rural Settings. *Journal of Advanced Academics*, 27(4), 285–310. <https://doi.org/10.1177/1932202X16657645>

Wilson, H. E. (2018). Integrating the Arts and STEM for Gifted Learners. *Roeper Review*, 40(2), 108–120. <https://doi.org/10.1080/02783193.2018.1434712>

Wolfe, P. (2010). *Brain matters: Translating research into classroom practice* (2nd ed.). VA: ASCD.

Zhou, F., Duh, H. B.-L., & Billinghamurst, M. (2008). Trends in Augmented Reality Tracking, Interaction and Display: A Review of Ten Years of ISMAR. *IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality* , 193–202.

# 2 Personas superdotadas y características del aprendizaje

Georgia Ropi

## 1. Quiénes son los superdotados: Descripción de la superdotación y de las personas superdotadas

Las diversas necesidades de las sociedades modernas exigen aprovechar todo el potencial de la sociedad en beneficio del desarrollo social, tecnológico y cultural, lo que redundará en beneficio tanto de las personas como del medio ambiente. En consecuencia, es fundamental aprovechar plenamente todo el potencial disponible. En este sentido, las personas superdotadas pueden desempeñar un papel especial, ya que sus capacidades están por encima de la media y pueden ser especialmente beneficiosas para su entorno y para la humanidad en general.

El término «superdotado» tiene casi 150 años de historia, pero ha permanecido esquivo ya que ha cambiado y se ha ampliado con el tiempo al añadirse nuevos datos proporcionados por la investigación (Castellano & Matthews, 2014). Tal vez la definición más generalmente aceptada es la contenida en la Ley de Javits para Superdotados y Talentosos (National Society for the Gifted and Talented, 2013):

«Los niños y jóvenes con talento sobresaliente rinden o muestran potencial para rendir a niveles de realización notablemente altos en comparación con otros de su edad, experiencia o entorno. Estos niños y jóvenes muestran una capacidad de alto rendimiento en áreas intelectuales, creativas y/o artísticas, poseen una capacidad de liderazgo inusual o destacan en campos académicos específicos. Requieren servicios o actividades que no se prestan habitualmente en las escuelas. Los talentos sobresalientes están presentes en niños y jóvenes de todos los grupos culturales, de todos los estratos económicos y en todos los ámbitos del quehacer humano». (Departamento de Educación de EE.UU., 1993, p. 3).

Según la *National Association for Gifted Children* (como se cita en Borders, Woodley y Moore, 2014), un niño debe demostrar un razonamiento, aprendizaje o capacidad excepcional en uno o más dominios, como las matemáticas, la música, el lenguaje o las habilidades psicosomáticas, como la pintura, la danza y los deportes, y estar en el 10% superior en relación con sus compañeros, un porcentaje limitado al 5% en Illinois Sec 14A-20. Según el Departamento de Educación de los Estados Unidos (citado en Davis, Rimm y Siegle, 2014), las capacidades demostradas por un alumno superdotado deben abordar las siguientes

áreas: 1. Capacidad intelectual general 2. Aptitud académica específica 3. Pensamiento creativo o productivo 4. Capacidad de liderazgo 5. Artes visuales e interpretativas 6. Capacidad psicomotriz. También es importante señalar que el «rendimiento excepcional» siempre se juzga en relación con los compañeros, basándose en un mayor rendimiento en las pruebas de habilidad o rendimiento (Subotnik, Olszewski-Kubilius, & Worrell, 2011). Una forma poco frecuente de superdotación es el «prodigio», que implica a individuos superdotados con capacidades comparables a las de adultos hábiles en el dominio especial (Olszewski-Kubilius, Subotnik, & Worrell, 2016).

Sternberg (1995) define cinco dimensiones de la superdotación: excelencia (capacidad excepcional en un campo), rareza (capacidad que sólo se encuentra raramente en los compañeros), productividad (la capacidad debe ser eficiente, producir resultados), demostrabilidad (la capacidad debe poder demostrarse mediante pruebas válidas) y valor (la capacidad excepcional debe ser valiosa para la sociedad), lo que significa que la superdotación no es una entidad autoexistente que sólo afecta al individuo, sino que también debe ser aplicable a la sociedad. Renzulli (Renzulli & Reis, 2003) cree que el comportamiento carismático es una función e interacción de tres grupos básicos de características humanas: capacidad cognitiva superior a la media, alto compromiso con la tarea y alto grado de creatividad, que pueden aplicarse a cualquier ámbito de la actividad humana. En consecuencia, la superdotación podría definirse como la identificación y el desarrollo temprano del potencial de los individuos superdotados para un rendimiento excepcional y el éxito en la edad adulta (Pfeiffer, 2012).

Un problema con la definición de superdotación es que tradicionalmente se ha asociado únicamente con la inteligencia, con la certificación resultante de pruebas de CI que sitúan al examinado en un nivel de inteligencia de 130 o superior. Ya a mediados de la década de 1970 se reconoció que la inteligencia es solo una dimensión de la superdotación y que los tests de CI solo captan una gama limitada de capacidades, dejando fuera capacidades importantes relacionadas con el éxito académico o el éxito en la vida (Castellano y Matthews, 2014; Nisbett, 2009; Worrell, 2009). También cabe destacar que existen niños superdotados con discapacidad, comúnmente denominados «niños doblemente excepcionales» (Davis et al, 2014).

Worrell y Erwin (2011) definen la superdotación como la capacidad sin la presencia de práctica o entrenamiento: una persona se considera superdotada si su capacidad natural se encuentra en el 10% superior de su grupo de edad. A partir de ahí, surge la superdotación, que describe la aplicación y práctica de habilidades en un dominio específico para alcanzar el 10% superior de los individuos de la propia edad que participan en el mismo dominio. Gagné (2005) hace hincapié en la distinción entre «superdotación» y «talento», destacando las influencias del entorno (hogar, padres, escuela, compañía, actividades, etc.), los factores no relacionados con la inteligencia, como la motivación y el carácter, y la educación y la formación, que transforman los factores genéticos de la superdotación en talentos

específicos en áreas concretas (por ejemplo, matemáticas, ciencias, lengua, artes, liderazgo, etc.) De ahí la opinión de Sternberg (2003) de que los individuos superdotados son aquellos que pueden transformar las materias primas de sus situaciones vitales en experiencias de éxito.

La superdotación, según este punto de vista, es una construcción social, lo que explica por qué un individuo considerado superdotado en un contexto cultural puede no serlo en otro (Pfeiffer, 2012). Del mismo modo, Tannenbaum (1983) considera la superdotación como el resultado de la interacción de cinco factores: capacidad general, capacidad específica, factores no cognitivos, influencias ambientales y suerte. También Heller (2005) considera la superdotación como una combinación de factores genéticos y ambientales. La infrarrepresentación de alumnos de grupos étnicos minoritarios o desfavorecidos (como los afroamericanos o los latinos en Estados Unidos) en los grupos de superdotados, mientras que los estadounidenses de origen asiático y los estadounidenses de origen europeo están sobrerrepresentados, demuestra la importancia de los factores ambientales en el desarrollo de la superdotación y el talento (Worrell, Subotnik, Olszewski-Kubilius y Dixson, 2019).

Es interesante señalar que la superdotación se caracteriza por un desarrollo asincrónico de las capacidades y habilidades mentales y emocionales desarrolladas en comparación con la norma para el conjunto de la población. Esta asincronía, de hecho, aumenta a medida que aumenta la capacidad cognitiva, lo que hace que los individuos superdotados sean vulnerables y necesiten una manipulación y un asesoramiento adecuados por parte del entorno parental y educativo para que el individuo superdotado se desarrolle correctamente (Colombus Group, citado en Borders et al., 2014).

Las evidencias anteriores sugieren que la superdotación necesita un apoyo educativo y social adecuado para alcanzar todo su potencial. Esto se debe al hecho de que, aunque la superdotación existe tanto a nivel académico como no académico, se asocia más comúnmente con la educación y la escuela (Worrell et al., 2019). Por este motivo, el proceso de identificación de individuos superdotados, especialmente en las escuelas, es crucial.

## **2. Cómo se identifica las personas superdotadas: Identificación de las personas superdotadas**

La identificación es un factor crítico en el reconocimiento y aprovechamiento de la superdotación, y está directamente relacionada con la educación, la familia y el entorno social del alumno. Sin identificación, es posible que nunca se revele el talento de los alumnos superdotados y, en cualquier caso, se les niega el derecho a una educación acorde con sus capacidades e intereses, así como la oportunidad de rendir al máximo (Johnsen, 2017). La identificación debe caracterizarse por la flexibilidad, la equidad, la amabilidad del profesor, la comprensibilidad y la economía del tiempo (Davis et al., 2014). Además, uno de los objetivos

primordiales de la evaluación de superdotados es revelar capacidades excepcionales que pueden estar ocultas por la pobreza, los prejuicios, la diversidad o las discapacidades para cultivarlas adecuadamente y evitar el riesgo de ignorar o malinterpretar a los alumnos superdotados, así como la posibilidad de su bajo rendimiento (Silverman, 2018).

Los métodos más utilizados para determinar la superdotación son las pruebas de coeficiente intelectual, las pruebas de rendimiento y las evaluaciones del razonamiento, la creatividad y la resolución de problemas (Robinson, 2008). Callahan (2011) añade a esta lista observaciones, escalas de valoración, listas de control y pruebas estandarizadas. También se ha investigado sobre evaluaciones de habilidades no verbales, pruebas de rendimiento por encima del nivel, trabajos, referencias de profesores, recomendaciones de profesores, tareas de rendimiento basadas en el currículo e incluso medidas y matrices múltiples (Worrell et al., 2019).

Los tests de CI, que se utilizaban y se siguen utilizando como herramientas de diagnóstico basadas en la creencia de que la inteligencia es el discriminador clave de la superdotación, han sido tradicionalmente el método más utilizado para medir la superdotación (Brigham & Bakken, 2014). Sin embargo, la investigación actual considera que la superdotación es un concepto mucho más amplio que la simple genialidad (Sternberg, 2018), mientras que los test de CI contienen un elemento de subjetividad y frecuentemente subestiman al individuo carismático, por lo que deben ser interpretados por expertos basándose en criterios cualitativos de carisma además del rendimiento cuantitativo en los mismos (Silverman, 2018). Además, como señalan Joseph y Ford (2006), los tests de CI corren el riesgo de excluir a un alumno que solo posea uno de los rasgos de superdotación evaluados porque sus puntuaciones son globales. Además, no tienen en cuenta los distintos entornos familiares y sociales de los que proceden los alumnos, que pueden fomentar o no la lectura o ser bilingües (Obi et al., 2014). Por último, las pruebas de CI no evalúan la creatividad, que es un rasgo aprendido y no innato (Guilford, 1968; Weisberg, 1968).

Como alternativa a las pruebas de CI para identificar a los alumnos superdotados, se propone la evaluación multidimensional, que puede diagnosticar varios tipos de superdotación y talentos y puede incluir a alumnos de grupos minoritarios o desfavorecidos (Davis et al., 2014). Como resultado, Davis et al. (2014) proponen pruebas de razonamiento no verbal como método alternativo (que demuestran ser eficaces para diagnosticar la superdotación en alumnos de entornos desfavorecidos), pruebas de rendimiento (que indican talentos académicos específicos), pruebas de creatividad (que identifican la capacidad creativa), nominación del profesor, información de los padres -según Davis (2014) los padres son los primeros en diagnosticar la superdotación de sus hijos-, nominación de los compañeros (especialmente para grupos de alumnos desfavorecidos), autonominación y evaluaciones de productos y procesos. Las escalas de valoración de Renzulli pueden ser especialmente útiles, ya que evalúan la Capacidad Intelectual, la Creatividad, la Motivación y el Liderazgo, al tiempo que se han enriquecido con seis nuevas escalas que incluyen las

Matemáticas, las Ciencias, la Lectura, la Tecnología y las características Artísticas, Musicales, Dramáticas y de Planificación (Davis et al., 2014).

La variedad en los métodos de identificación o la elección de una combinación de métodos también es propuesta por los partidarios de la visión sistémica, que reconocen en esta combinación la posibilidad de diagnosticar capacidades relacionadas con el análisis, la creatividad, la sabiduría y la asunción de tareas, así como por los partidarios de la visión evolutiva, que consideran la superdotación como un proceso evolutivo, por lo que proponen diferentes tipos de evaluación en función de la edad del alumno (Sternberg & Kaufman, 2018). De todos modos, para que un modelo de evaluación sea eficaz, debe considerar variables personales no intelectuales, así como el entorno social y cultural del examinado, además de la variedad (Sternberg & Kaufman, 2018).

De hecho, los profesores, como observadores diarios de la realidad escolar, son una fuente fiable de información y pueden ayudar a una correcta identificación (Richert, 1992; Mingle, 2012). El potencial de los alumnos superdotados puede verse reforzado por profesores cualificados, entrenadores o mentores que proporcionen oportunidades educativas, animen y motiven al alumno, mejoren la práctica de habilidades y le apoyen cognitiva, psicológica y socialmente dentro y fuera de la escuela (Olszewski-Kubilius et al., 2016). Desde el punto de vista del desarrollo, el papel del profesor con conocimientos o del entrenador con experiencia es fundamental en el diagnóstico del talento, ya que en áreas como la música y el deporte, pero también en algunas áreas cognitivas, el talento se diagnostica o se desarrolla a diferentes edades (por ejemplo, la voz de soprano de los niños se diagnostica a una edad temprana, mientras que la voz musical adulta se desarrolla después de la adolescencia; la capacidad en matemáticas también se diagnostica en edad preescolar, mientras que la aptitud en ciencias sociales se desarrolla después de la adolescencia; deportes como la gimnasia requieren una flexibilidad distintiva en la infancia, mientras que los deportes de fuerza requieren un desarrollo físico integrado) (Olszewski-Kubilius et al., 2016). Sin embargo, el juicio subjetivo de los profesores puede llevar a una imagen confusa de la superdotación o a centrarse en los elementos equivocados (Balchin, 2007). Dado que su criterio para identificar a los superdotados suelen ser las puntuaciones altas en las asignaturas, es más probable que identifiquen como superdotados a los alumnos con puntuaciones altas, mientras que subestiman o descartan a los alumnos con inteligencia alta, pero puntuaciones más bajas (Kornmann, Zettler, Kammerer, Gerjets y Trautwein, 2015). Además, la preferencia de un profesor por alumnos diligentes, de buen comportamiento y obedientes («complacientes del maestro») puede influir en su juicio, mientras que un alumno más reactivo o poco colaborador puede ser infravalorado (Davis et al., 2014; Brigham & Bakken, 2014).

La discriminación de género es otro fenómeno asociado a la identificación de alumnos superdotados que revela los sesgos inherentes de los profesores (Hernández-Torrano, Prieto, Ferrándiz, Bermejo y Sáinz, 2013). Según las investigaciones de Gagné (1993), Lee (1999),

Endepohls-Ulpe y Ruf (2005), y Bianco, Harris, Garrison-Wade, y Leech (2011), los profesores son más propensos a nominar a los niños como alumnos superdotados en matemáticas, ciencias, tecnología e ingeniería, mientras que las niñas son más propensas a ser nominadas en áreas socioemocionales y artísticas.

El mayor sesgo o prejuicio en la identificación de alumnos superdotados se observa en alumnos procedentes de poblaciones inmigrantes o desfavorecidas, así como en alumnos de orígenes cultural y lingüísticamente diversos, muy probablemente debido a una formación inadecuada más que a percepciones raciales. (Mingle, 2016). La educación para superdotados ha sido frecuentemente acusada de elitista (Ford, 2014), porque (en Estados Unidos) se trata principalmente de estudiantes blancos y asiáticos de clase media y alta, que están sobrerrepresentados en los programas de educación para superdotados (Borders et al., 2014), mientras que los estudiantes negros o hispanos están infrarrepresentados (Scott, 2014). El uso de medidas estandarizadas y métodos de identificación basados en normas culturales euroamericanas (Bonner, 2000; Davis et al, 2014) parece ser una razón clave de esta distinción, pero también lo son las bajas expectativas de resultados de aprendizaje de los estudiantes de estratos sociales desfavorecidos (Kurt & Chenault, 2017). Como resultado, no solo la educación de los superdotados, sino también los métodos y condiciones que se alinean con las normas culturales imperantes y representan a la raza blanca, son en gran medida elitistas, lo que da lugar a que la selección de alumnos superdotados amplíe la brecha entre los grupos privilegiados y los desfavorecidos (Ford, 2014).

Cabe señalar que las víctimas de la infrarrepresentación en la identificación de superdotados son también los alumnos superdotados con discapacidad, que con frecuencia pasan desapercibidos porque su especificidad eclipsa sus talentos potenciales (Davis et al., 2014).

Se requieren métodos alternativos y múltiples de diagnóstico, de naturaleza dinámica, que no se ciñan a las pruebas estandarizadas tradicionales que representan la cultura dominante, para la representación de los alumnos de grupos sociales desfavorecidos en los programas para alumnos superdotados (Obi et al, 2014), ya que las capacidades y talentos de los alumnos culturalmente diversos tienen más probabilidades de desarrollarse en un entorno que acepte la diversidad y mejore su autoestima y bienestar emocional (Bevan-Brown, 2003). Las pruebas de capacidad no verbal para la identificación, las evaluaciones basadas en el rendimiento, los planes de estudios exigentes y los métodos que implican a los padres y a la comunidad pueden ayudar en este sentido (Obi et al., 2014; Worrell et al., 2019).

Por lo tanto, el papel de los profesores es fundamental, ya que los niños con capacidades excepcionales suelen pasar desapercibidos, y sus capacidades no son reconocidas ni explotadas no sólo por los profesores, sino también por los orientadores, psicólogos y pediatras, que no están formados para reconocer las características y comportamientos cognitivos, socioemocionales y físicos específicos de los individuos superdotados (Wood &

Laycraft, 2020). A pesar de la posibilidad de sesgo parcial del profesorado en sus evaluaciones, los profesores pueden apoyar medidas más precisas cuando se les da la instrucción y orientación adecuadas (Hecht & Greenfield, 2002). En consecuencia, la formación del profesorado debe proporcionar conocimientos teóricos y prácticos sobre la educación de los superdotados (Day, 2000), así como sobre la educación multicultural, para garantizar que la identificación de los alumnos superdotados no perpetúe las desigualdades sociales existentes (Obi et al., 2014; Ford, 2014). En los estudios de Chan y Yuen (2014) y Demirok y Ozcan (2015), los profesores que habían recibido formación en superdotación eran más propensos a fomentar la creatividad y la capacidad intelectual de sus alumnos y a identificarlos como personas con altas capacidades múltiples.

En resumen, la identificación más eficaz de los alumnos superdotados requiere procedimientos que abarquen todas las áreas de la superdotación y no solo la capacidad intelectual, evaluaciones múltiples que tengan en cuenta las variaciones en la población estudiantil y las capacidades de los alumnos, y la representación de la diversidad a través de métodos conductuales y comportamientos flexibles que no se adhieran a las normas tradicionales (Johnsen, 2017).

### **3. Rasgos de las personas superdotadas: características cognitivas, afectivas y socioemocionales de los superdotados**

Los mitos y preocupaciones sobre los niños superdotados y su educación han distorsionado durante décadas la percepción de sus necesidades y de lo que pueden ofrecerse a sí mismos y a la sociedad, repercutiendo negativamente en la provisión de una educación que satisfaga sus necesidades (Ambrose & Sternberg, 2016; Dai, 2015; Persson, 2012). La investigación moderna ha demostrado que la superdotación no es una condición dada y que debe cultivarse para que alcance todo su potencial. Según Brigham y Bakken (2014), desarrollar la excelencia requiere 10.000 horas de esfuerzo dedicado, lo que lleva unos cinco años en condiciones intensivas. En consecuencia, es fundamental aclarar las características de las personas carismáticas para que no solo puedan ser identificadas con mayor precisión, sino también utilizadas en beneficio propio y de la sociedad en su conjunto.

Aunque todos los alumnos superdotados comparten algunas características comunes, la superdotación no rige de forma similar todos los aspectos de la expresión y el comportamiento. Una característica común de los niños superdotados es que pueden demostrar niveles de habilidad que normalmente solo se encuentran en adultos en áreas como las matemáticas, el ajedrez y la música, mientras que en otras rinden como se espera de un niño de su edad (Olszewski-Kubilius et al., 2016). Entre las características comunes y constantes que comparten todos los niños superdotados se encuentran su disposición y deseo de trabajar en sus áreas de interés, la competitividad no solo con sus compañeros, sino

también consigo mismos, ya que se esfuerzan por superarse, y unas tasas de aprendizaje rápidas de 5:1 en comparación con los alumnos lentos (Olszewski-Kubilius et al., 2016). También muestran mayor capacidad, energía e intensidad en las áreas en las que son superdotados (Wood & Laycraft, 2020). Sin embargo, sus características se vuelven más claras cuando se examinan por categorías (cognitivas, afectivas, socioemocionales).

### 3.1. Rasgos cognitivos

La característica más básica de los niños superdotados, según Davis et al. (2014), es que tienen una ventaja en el desarrollo del lenguaje y el pensamiento. Estas características contribuyen al desarrollo de habilidades avanzadas de pensamiento y comprensión, un vocabulario ampliado y un gran acervo de información sobre diversos temas. Piensan con rapidez y lógica, lo que, combinado con su curiosidad natural, su insaciable deseo de aprender, su comprensión de las relaciones causa-efecto, su propensión natural a resolver problemas, su perseverancia, su dedicación y su gran motivación, puede dar lugar a resultados de aprendizaje muy avanzados.

Las personas superdotadas adquieren habilidades lingüísticas, de lectura y de aprendizaje rápido a una edad temprana, mucho antes que sus compañeros (Wood & Laycraft, 2020). Hollingworth (1942, citado en Wood & Laycraft, 2020) sitúa la capacidad lectora en los años preescolares y la relaciona con el fortalecimiento de la inteligencia cristalizada, lo que da lugar a la expresión de ideas y preguntas intelectualmente complejas mucho antes que los compañeros. El mismo investigador se refiere a los niños con un CI de 170 como «aprendices rápidos» porque aprenden cuatro veces más rápido que sus compañeros, lo que les permite «saltarse pasos» en el aprendizaje (Wood & Laycraft, 2020).

Las habilidades matemáticas, musicales y artísticas avanzadas aparecen muy pronto en los superdotados en estas áreas, a menudo de forma simultánea a la adquisición de habilidades lingüísticas y de razonamiento, y los niños pueden razonar sobre su particular forma de pensar muy pronto para su edad (Davis et al., 2014).

Los superdotados con tendencias artísticas aprenden a dibujar a una edad más temprana que sus compañeros, tienen una gran memoria visual, les apasiona desarrollar sus talentos, aprenden en gran medida por instinto y son creativos y originales a la hora de resolver problemas (Winner y Martino, 2000, 2003).

Además, los alumnos superdotados prefieren el pensamiento complejo y abstracto, lo que supone un reto cognitivo para ellos y, como resultado, con frecuencia «sobrepensan», descifran significados complejos y tienen sed de aprendizaje (Wood & Laycraft, 2020), especialmente en áreas relacionadas con sus ámbitos de interés (Manning, 2006), y son capaces de cuestionarse, reflexionar, comprender y profundizar en pensamientos y conceptos complejos relacionados con su entorno y consigo mismos (Wood & Laycraft, 2020). Es

interesante que, según Lovecky (1994), las preguntas sencillas son más difíciles para estos alumnos que las preguntas complejas.

Otras características cognitivas particulares identificadas por los investigadores y recopiladas por Manning (2006) son la flexibilidad y la originalidad de pensamiento, que les llevan a encontrar soluciones originales a problemas complejos, la dedicación a sus objetivos relacionados con sus intereses y la capacidad de aplicar los conocimientos en áreas nuevas, todo lo cual indica que las necesidades de aprendizaje de los alumnos superdotados no suelen estar cubiertas por el currículo convencional.

Las avanzadas capacidades cognitivas e intelectuales de los alumnos superdotados conducen con frecuencia a un alto rendimiento estudiantil y académico, así como a una mayor creatividad (Endepohls & Ruf, 2005). Sin embargo, los resultados de la encuesta longitudinal del Proyecto Malburg para superdotados del año 2000, destacados por Ziegler, Stoeger, Harder y Balestrini (2013), indicaron que solo el 15% de los alumnos con alto rendimiento eran superdotados, mientras que el 15% de los alumnos superdotados tenían bajo rendimiento, lo que pone en duda el vínculo entre el éxito escolar y la superdotación y la inteligencia elevada.

### *3.2. Rasgos afectivos*

Además de las capacidades cognitivas, los alumnos superdotados presentan con frecuencia rasgos altamente afectivos; sus rasgos emocionales se caracterizan frecuentemente por la intensidad y la extremidad, el aumento de la curiosidad, la exigencia y la sensibilidad en comparación con sus compañeros (Manning, 2006). Steenbergen-Hu (2017) asocia el carisma con los cinco tipos de sobreexcitación: psicomotora, sensual, cognitiva, imaginativa y emocional. Esta mayor sensibilidad se asocia a menudo con un aumento de la energía, el hablar rápido y la adicción al trabajo, expresiones intensas de alegría, pero también puede estar asociada con el miedo y la depresión (Davis et al., 2014). Sus sentimientos son profundos e intensos. (Manning, 2006). Suelen ser perfeccionistas, con altas expectativas de sí mismos y de los demás, y se distinguen por el autocontrol y la capacidad de concentración, lo que les ayuda a conseguir sus objetivos (Johnsen, 2021).

Los superdotados suelen tener un alto autoconocimiento, especialmente en lo que se refiere al rendimiento académico (Johnsen, 2021), la confianza en sí mismos y la independencia. Esto es comprensible dado que reciben reconocimiento y elogios por su rendimiento por parte de la familia, la escuela y los amigos (Davis et al., 2014). El control interno hace que atribuyan cualquier fracaso a una falta de compromiso suficiente con el objetivo y no a una falta de competencia, lo que les permite utilizar sus errores y fracasos como fuentes de superación creativa, lo que aumenta su autoconfianza innata (Davis et al., 2014). Los investigadores también informan de un código ético desarrollado, valores estables,

un fuerte sentido de la justicia y un alto nivel de idealismo y empatía (Manning, 2006; Davis et al., 2014).

De acuerdo con la «hipótesis de la armonía», los padres informan de bajos niveles de dificultades de comportamiento, miedo a la escuela e incapacidad para concentrarse en los niños superdotados, mientras que los estudiantes superdotados parecen tener una imagen positiva de sí mismos y no se consideran propensos a la depresión, lo que también confirman los profesores, que no encuentran signos de inadaptación (Baudson y Preckel, 2016).

Sin embargo, también existen características emocionales negativas asociadas a los alumnos superdotados, que se reflejan en la «hipótesis de la falta de armonía», que demuestra un impacto emocional en el niño superdotado de la noción residual y anticuada de que la persona superdotada es un caso de «genio loco». Según esta hipótesis, los alumnos superdotados son más propensos a tener dificultades socioemocionales y, por tanto, a desarrollarse de forma menos armónica, posiblemente debido a sus sensibilidades únicas, la intensidad con la que experimentan las emociones y las asincronías de desarrollo en comparación con sus compañeros (Baudson & Preckel, 2016).

Según Rimm (2005), los estudiantes con altas capacidades se preocupan por su aceptación, popularidad y apariencia, y experimentan alienación, rechazo y ansiedad sociales como resultado de su excepcionalidad (Kunkel, Chapa, Patterson & Walling, 1995; Neihart, 1999). Además, debido a su sensibilidad, pueden interpretar las críticas como un ataque personal (Borders et al, 2014). La depresión, que rara vez conduce al suicidio, e incluso los trastornos de la alimentación han sido señalados como emociones negativas experimentadas por las personas superdotadas (Neihart, 1999).

En cuanto a las emociones negativas relacionadas con la escuela, los alumnos superdotados pueden expresar aburrimiento, apatía o frustración ante una escuela indiferente (Neihart, 1999). Algunos profesores creen que los alumnos superdotados muestran arrogancia, insolencia y desobediencia, lo que interpretan como su dificultad para integrarse en la vida social escolar debido a un «desarrollo asincrónico». Como consecuencia, se sienten internamente frustrados y presentan problemas psicológicos como rechazo, antisocialidad, indiferencia y agresividad (Cline y Schwarz, 1999). Por otra parte, su perfeccionismo, a menudo inherente, puede conducir a la frustración, sentimientos de inadecuación e incompetencia como resultado de no cumplir con los altos estándares que establecen para sí mismos (Davis et al, 2014). A pesar de sus habilidades superiores, cuando se les exige cubrir más material como resultado de inscribirse en un programa especializado, la presión y el estrés a menudo conducen a la frustración, ya que luchan por mantener este ritmo de aprendizaje (Barton, 2003). Como resultado de la asincronía inherente en los alumnos superdotados, la superdotación, aunque asociada a una elevada inteligencia y sensibilidad, sigue estando asociada a situaciones problemáticas. Por lo tanto, para que

alcancen todo su potencial sin experimentar problemas disruptivos, es necesario modificar el entorno parental y escolar (Manning, 2006).

### 3.3. Rasgos socioemocionales

Existe una relación directa entre las características afectivas y socioemocionales de los alumnos superdotados, que a menudo se solapan. En esta sección se examinarán principalmente las características afectivas y emocionales que influyen en la vida social y el comportamiento del superdotado.

En los «mitos sociales» que persisten, los individuos carismáticos se asocian con un comportamiento socialmente extraño, incluso con la «locura», y se consideran socialmente disfuncionales; sin embargo, investigaciones recientes muestran que las características socioemocionales de los individuos carismáticos son predominantemente positivas (Rinn & Majority, 2018), pero aún pueden enfrentar desafíos socioemocionales (Zeidner, 2018). Los estereotipos negativos también se reflejan en el retrato que los medios de comunicación hacen de los niños superdotados, que con frecuencia son retratados como excéntricos, «librescos», despistados e impopulares (Baudson & Preckel, 2016).

Para empezar, la mayoría de las investigaciones indican que los individuos carismáticos tienen mayor poder emocional que la población general y son más productivos, motivados, concienzudos y menos ansiosos (Freeman, 2017; Kelly & Donaldson, 2016). Además, el carisma parece estar asociado en ocasiones con la popularidad (Czeschlik & Rost, 1995). Parece ser que las mayores capacidades cognitivas y la curiosidad de los niños superdotados se asocian con una mayor agudeza y conciencia emocional (Wood & Laycraft, 2020; Piechowski, 1997; Piechowski & Cunningham, 1985), lo que puede deberse a que estos niños observan más cosas y detalles de su entorno que sus compañeros (Mendaglio, 1995). La agudeza, la capacidad de respuesta y manifestación emocional, la calistenia y la sensibilidad emocional en general son otras características asociadas a la alta sensibilidad (Neville, Piechowski, Tolan, 2013). Las personas superdotadas también tienen un sentido del humor superior que se asocia con su capacidad para pensar con rapidez, confianza y sociabilidad, y se manifiesta en una variedad de dominios como el arte, la escritura creativa y las interacciones sociales. (Davis et al, 2014).

También cabe señalar que las personas carismáticas son sensibles a las cuestiones morales y de valores, así como a distinguir el bien del mal, y tienen un fuerte sentido de la justicia, la verdad y la honestidad desde una edad temprana, cualidades que valoran en los demás, razón por la cual son menos propensas a tener conductas antisociales en la escuela (Davis et al, 2014). También tienen una fuerte empatía y sensibilidad hacia los derechos de los demás, siendo capaces de ver una situación desde el punto de vista de otro y empatizar con él (Piaget & Inhelder, como se citó en Davis et al., 2014; Wood & Laycraft, 2020). Esta tendencia genera un interés por cuestiones morales, religiosas, existenciales y filosóficas

(Wood & Laycraft, 2020). Como resultado, muestran una fuerte sensibilidad social, particularmente en temas de violaciones de la ley y la razón, guerras, pobreza, anarquía, violencia y desigualdad, y expresan sus sentimientos sobre estos temas con fuerza en las discusiones con los mayores (Davis et al., 2014; Borders et al., 2014; Silverman, 1994).

En cuanto a la formación y mantenimiento de amistades, parece haber diferentes enfoques sobre el tema, ya que las diferencias en el comportamiento de los individuos superdotados frente a los de capacidad media pueden estar asociadas a dificultades para desarrollar relaciones positivas con los compañeros (Rinn & Mayoría, 2018), aunque algunos investigadores consideran que no existen diferencias en el desarrollo social entre individuos superdotados y promedio (López & Sotillo, 2009), y que los niños superdotados parecen tener menos problemas sociales que otros (Richards, Encel, & Shute, 2003), así como que, de todas formas, a los niños superdotados en la adolescencia no les faltan amigos (Shore, Chichekian, Gyles, & Walker, 2018). La posible dificultad para formar amistades puede estar relacionada con la ausencia de compañeros que compartan sus intereses (Wood & Laycraft, 2020). Por ello, la investigación contemporánea sugiere la agrupación por capacidades para niños superdotados con el fin de que conecten con compañeros afines con los que puedan encajar (Vogl & Preckel, 2014).

Los niños superdotados también parecen tener relaciones positivas con sus padres, especialmente si el entorno familiar es de apoyo y cálido, lo que les ayuda a desarrollar relaciones interpersonales saludables también con sus compañeros (Olszewski-Kubilius, Lee y Thomson, 2014).

Por otra parte, el «desarrollo asíncrono» de los superdotados, los distingue de las personas promedio y los hace vulnerables a los problemas socioemocionales (Rinn & Mayoría, 2018). Su sensibilidad y aguda conciencia, que los hacen empáticos y observadores, se han descrito como un «arma de doble filo», ya que ven y sienten cosas que otros no ven, lo que muchas veces provoca sentimientos de depresión y desánimo (Wood & Laycraft, 2020). Además, los superdotados presentan con frecuencia sobreexcitabilidades en cinco dominios: intelectual, psicomotor, sensual, imaginativo y emocional (Rinn & Majority, 2018), que afectan a su comportamiento socioemocional.

El perfeccionismo se asocia con frecuencia a individuos carismáticos, lo que está directamente relacionado con las altas expectativas que tienen de sí mismos y su búsqueda de la excelencia (Stoeber y Otto, 2006), pero también se asocia a una intensa presión por parte de su entorno (familia, compañeros, profesores), así como de ellos mismos, para rendir al máximo de su potencial (Cross y Cross, 2015; Freeman, 2018). Al ser conscientes de su alto potencial, se sienten frustrados ante la posibilidad de fracasar y pueden verse abocados a procrastinar, evitar tareas, aislarse de sus compañeros y rendir por debajo de sus posibilidades, adoptando tendencias autodestructivas (Grobman, 2006). El perfeccionismo también se ha relacionado con estados extremos como la ansiedad, la depresión, los

trastornos alimentarios e incluso el suicidio en personas superdotadas (Affrunti y Woodruff-Borden, 2014; Kiamanesh, Dyregrov, Haavind y Dieserud, 2014; Shafran y Mansell, 2001).

Cuando los estudiantes superdotados carecen de motivación y desafían su capacidad intelectual en la escuela, su comportamiento social puede verse afectado negativamente, lo que lleva a un bajo rendimiento, aburrimiento e indiferencia (Freeman, 2018; Siegle & McCoach, 2001), cosa que también puede llevarlos a entrar en conflicto con sus profesores, que son incapaces de gestionar sus capacidades intelectuales superiores (Freeman, 2018). En términos más generales, existe un riesgo de inadaptación de los alumnos superdotados en el entorno escolar si no se comprenden y respetan sus especificidades (Neihart et al, 2002, como se cita en Wood & Laycraft, 2020).

Hollingworth (1942, citado en Rinn & Majority, 2018) atribuye el potencial aislamiento social de los niños superdotados a su dificultad para encontrar compañeros intelectualmente iguales, ya que este aislamiento desaparece cuando se les da la oportunidad de trabajar o jugar con sus compañeros intelectuales y el niño es tratado como un amigo igual y valorado. Sin embargo, los niños superdotados con frecuencia se sienten «fuera de onda» debido a sus diferencias, que son incapaces de gestionar, y tienden a ocultar su superdotación para protegerse del aislamiento inminente, lo que afecta negativamente a su autoestima (Piechowski, 2002; Jackson, 1998; Tolan, Wallace, & Shaughnessy, 2018). Aunque los individuos superdotados tienen tendencia a la introversión (Silverman, 1993), el aislamiento social en este caso está causado por la incapacidad del entorno para sincronizarse con ellos (Neihart et al., 2002) y la exigencia informal de que se ajusten a las normas sociales (Sheldon, 1959).

En resumen, la investigación muestra que, con algunas excepciones, los niños superdotados no tienen más problemas psicopatológicos ni vulnerabilidad que sus compañeros promedio y pueden desarrollarse normalmente y convertirse en adultos exitosos y felices. (Worrell et al., 2019). La superdotación no implica automáticamente dificultades socioemocionales, y los alumnos superdotados no son menos sociables que sus compañeros de capacidad media. El peligro, en cambio, radica en la brecha entre las necesidades de desarrollo de dicho individuo y la capacidad de su entorno para integrarlas o aceptarlas. Esta incapacidad de adaptación hace que los alumnos superdotados parezcan «difíciles de manejar» o «inadaptados» (Baudson y Preckel, 2016). La evidencia empírica sugiere que el aislamiento social, el rechazo de los compañeros, la soledad y la alienación, que son barreras socioemocionales para muchos niños superdotados, surgen como resultado de la reacción del entorno social hacia ellos más que como resultado de sus propias habilidades (Gross, 2004). Los niños superdotados tienen necesidades emocionales y, como todos los niños, tienen derecho a la estimulación intelectual, a la comunicación con amigos que compartan sus intereses, a oportunidades para perseguir sus intereses y a la aceptación de su entorno (Freeman, 2018), así como a la orientación de padres, profesores y consejeros (Colombus Group, citado en Rinn & Majority, 2018).

#### 4. Creatividad

La capacidad intelectual avanzada de cualquier individuo superdotado no puede hacer progresar ni a sí mismo ni a la sociedad a menos que se transforme en productividad creativa, que convierte el talento teórico en acción útil. La creatividad se considera un posible indicador de la superdotación (Sriraman y Leikin, 2017), aunque Renzulli (2005) y Runco (2005, citado en Plucker, Guo y Makel, 2018) la consideran un componente necesario, pero no suficiente de la superdotación. La relación entre carisma y creatividad también se refleja en la Teoría Triárquica de la Inteligencia, compuesta por capacidades analíticas, creativas y prácticas (Sternberg, 2005), donde la creatividad se considera un componente del comportamiento carismático (Leikin & Pitta, 2013). De hecho, la inteligencia precede a la sabiduría en el modelo de superdotación de Sternberg (1995), que incluye los conceptos de sabiduría, inteligencia y creatividad, la inteligencia precede a la sabiduría y la creatividad precede a la inteligencia.

El alumno superdotado también puede ser creativo, pero esto no es necesario, ya que se requiere un CI mínimo de 120 para el desarrollo de la creatividad (Davis et al., 2014; Getzels & Jackson, 1962, citado en Johnsen, 2021). La creatividad se ha definido psicométricamente como «fluidez, flexibilidad, originalidad y elaboración» (Guilford, 1950; Torrance, 1974, citado en Johnsen, 2021), y se identifica en los individuos superdotados a través de los métodos que utilizan en la resolución de problemas (Perkins, 1981; Sternberg, 1988, citado en Johnsen, 2021).

Según Subotnik et al. (2011), la superdotación se reconoce primero como un potencial para obtener resultados superiores. El potencial inicial se convierte en una capacidad avanzada en la adolescencia y se convierte en pericia y contribución a un dominio en la edad adulta con las oportunidades y la motivación adecuadas, pero también con el estudio y la práctica del individuo. La productividad creativa es el nivel más alto y raro de superdotación, porque a través de la creatividad las capacidades innatas del individuo tienen un impacto en la sociedad.

La creatividad se compone generalmente de tres factores que interactúan entre sí: las capacidades creativas (eficacia para encontrar, promover y aplicar soluciones caracterizadas por la originalidad y la calidad, la imaginación creativa y el pensamiento divergente), la receptividad (a la experiencia, la capacidad intelectual, el contacto con personas y culturas diferentes) y la independencia (rasgo asociado al rechazo de la conformidad y el convencionalismo, así como a la voluntad de oponerse a la influencia sistémica del grupo y de los factores externos) (Karwowski, Jankowska y Sz wajkowski, 2017). Según Johnsen (2021), la característica más fundamental de la creatividad es el «pensamiento divergente», que se

asocia con la generación de ideas que se desvían de la norma y se distinguen por su originalidad.

Las personas clasificadas como creativas son enérgicas y están muy motivadas, independientemente de su edad. Se distinguen por su entusiasmo, hiperactividad, espontaneidad, paciencia y perseverancia, así como por un deseo de aventura, una laboriosidad que va más allá de las tareas asignadas y un deseo de reconocimiento (Davis, 1999). La asunción de riesgos es una característica de la creatividad: la persona creativa es audaz ante lo nuevo, que se considera un reto intelectual, no teme expresarse de forma diferente a la norma, tiene coraje, hace caso omiso de las fronteras institucionalizadas que limitan el pensamiento y la acción, no teme la crítica ni la confrontación con los demás, y no le molesta el fracaso e incluso el ridículo, ya que el miedo es el principal impedimento para el pensamiento y la acción creativos (Davis, 1999). Estas características están estrechamente relacionadas con la apertura mental y la propensión a la novedad de las personas carismáticas.

Otras características atribuidas a las personas creativas son el conocimiento profundo, la inclinación por la complejidad, la aportación de nuevas ideas, métodos y productos, incluso en grandes cantidades, la fluidez de pensamiento, la observación y la atención al detalle, la originalidad en la búsqueda de soluciones y la improvisación, el desafío a los métodos, ideas y trabajos producidos tradicionales, la confianza en sí mismo, la propensión a la innovación y a lo diferente, incluso a lo inexplorado, y en todo caso a lo que supone un reto intelectual, la no convencionalidad, la libertad de expresión, la constancia y dedicación al trabajo de interés y el sentido de la capacidad creativa (Johnsen, 2021).

Dado que la creatividad está directamente relacionada con la contribución social, se ha observado que los logros de los alumnos superdotados que son creativos superan a los de sus compañeros convencionales (Davis et al., 2014). En consecuencia, los profesores deben ser capaces de identificar y utilizar a los alumnos superdotados creativamente. Torrance (1981) esbozó los elementos que podrían ayudar a un profesor o a un padre a identificar a un alumno creativo. El alumno creativo, según él, prefiere trabajar solo, tiene abundancia de ideas, piensa en alternativas utilizando el método "¿y si...?", habla con fluidez, crea y recrea, puede gestionar varias ideas al mismo tiempo, desprecia la rutina y los convencionalismos, le aburre lo obvio y lo establecido, tiende a ir más allá de los límites definidos en las tareas que se le asignan, disfruta hablando de sus descubrimientos, es inventivo a la hora de encontrar formas de actuar que se aparten de la norma, ama la innovación y no le preocupa demostrar su singularidad.

Por lo tanto, aprovechar el talento de los superdotados debe extenderse más allá de los límites de la escuela, ya que, según Renzulli (citado en Worrell & Erwin, 2011), la superdotación escolar es una distinción basada en el rendimiento en pruebas y materias académicas meramente que no se extiende más allá de los confines de la escuela, mientras

que la productividad creativa produce ideas y trabajos que benefician a la sociedad en su conjunto.

## 5. Necesidades especiales de aprendizaje de los superdotados. Características de aprendizaje de las personas superdotadas

### 5.1. Características de aprendizaje de las personas superdotadas

La primera y quizás más importante identificación de los individuos superdotados se produce en la escuela, donde se les da la oportunidad de desarrollar, incluso descubrir, sus talentos. Los alumnos superdotados presentan características específicas de aprendizaje que pueden servir de indicadores para diseñar y aplicar enfoques educativos dirigidos a aprovechar mejor sus talentos, ya que la capacidad intelectual por sí sola es insuficiente para desarrollar los talentos de los alumnos superdotados (Pfeiffer, 2012).

Según Cross y Coleman (2005), las primeras formas de superdotación se identifican por un ritmo de aprendizaje extremadamente rápido y una alta capacidad cognitiva, pero los intereses y las habilidades determinan sus áreas específicas de conocimiento y habilidades de interés a lo largo del tiempo. Griggs y Dunn (1984, citado en Davis et al, 2014) resumen las características de aprendizaje de los alumnos superdotados de la siguiente manera: Son autosuficientes y están motivados más por su propia voluntad que por la intervención del profesor; prefieren las tareas flexibles y «abiertas» a las rígidamente definidas; prefieren la participación y la acción activa en el proceso educativo a la observación pasiva; aprenden mejor en entornos de aprendizaje tranquilos y solos o en grupos de alumnos superdotados afines; son responsables; y aprenden mejor a través de prácticas educativas visuales, auditivas, táctiles y kinestésicas. Endepohls y Ruf (2005) señalan que los profesores reconocen en los alumnos superdotados una sed de conocimientos, un interés por objetos y materias extraescolares, una pérdida de interés por la escuela cuando no se les asignan tareas acordes con sus capacidades e intereses, y una capacidad para trabajar de forma independiente.

Otro rasgo de aprendizaje característico de los alumnos superdotados es su frustración cuando se dan cuenta de la brecha entre su potencial y los límites de su educación y edad dentro de los cuales pueden operar, cuando consideran que las tareas que se les asignan no son importantes y la ansiedad del fracaso potencial cuando sus ambiciones son demasiado altas. Estas características pueden hacer que un alumno de alto rendimiento rinda por debajo de sus posibilidades (Freeman, 2018). Los alumnos superdotados, en cambio, suelen tener una alta autoestima académica en sus áreas de interés y atribuyen el éxito a factores intrínsecos (sus capacidades personales) y el fracaso a factores extrínsecos (mala suerte o una estrategia inadecuada) (Clinkenbeard, 2012). En concreto, cuando se trata de

distinguir entre rasgos de aprendizaje endógenos y exógenos, los alumnos superdotados se inclinan más por los rasgos endógenos, como ser más curiosos y dedicados a las tareas que se les asignan, inclinados a la lectura, el pensamiento y la soledad, que por los rasgos exógenos, como los resultados del aprendizaje, las calificaciones, las distinciones y los premios (Cliknenbeard, 2012).

Algunas señales negativas del aprendizaje en el aula en el mundo real que pueden hacer que los profesores sean conscientes de la presencia latente de alumnos superdotados en sus aulas son las siguientes, tal y como las resume Manning (2006), basándose en las investigaciones de Clark (2002), Winebrenner (2001), Smutny, Walker y Meckstroth (2000):

- ❖ El trabajo incompleto o descuidado puede revelar a un alumno superdotado que, o bien no está interesado en la materia porque la domina, o bien su variedad de intereses le impide concentrarse en un tema.
- ❖ Hipersensibilidad a las observaciones de los demás, que puede revelar un miedo al fracaso debido al perfeccionismo de los superdotados.
- ❖ Bajo rendimiento en el trabajo en grupo, que podría deberse al miedo a cargar con todo el peso del trabajo en grupo o al temor a que sus ideas no sean debidamente apreciadas.
- ❖ Autoritarismo en el trabajo grupal, que puede ser un signo de un intento precoz de aplicar sus dotes de liderazgo o una manifestación de su independencia y falta de convencionalismo.
- ❖ Ritmo de trabajo lento, posiblemente debido al perfeccionismo.
- ❖ Problemas de comportamiento, que pueden ser el resultado del aburrimiento causado por tareas que no están a la altura de sus capacidades.
- ❖ Bufonadas, que pueden ser el resultado de su sentido del humor innato o un intento de ser aceptado por sus compañeros, que pueden juzgar negativamente sus diferencias.
- ❖ Estallidos emocionales o periodos de aislamiento como consecuencia de su alta emotividad.

## 5.2. Necesidades especiales de aprendizaje de los superdotados

Whitmore (1986, p.67, citado en Reis & McCoach, 2000) concluye que «el problema de los alumnos superdotados que carecen de motivación para participar en la escuela o esforzarse por sobresalir académicamente es, en la mayoría de los casos, producto de un desajuste entre las características motivacionales del niño y las oportunidades que se le brindan en el aula». Está claro, por tanto, que los alumnos superdotados tienen necesidades de aprendizaje únicas que deben satisfacerse, así como formas de pensar únicas que deben correlacionarse con los métodos de aprendizaje, para que puedan desarrollar plenamente su potencial y alcanzar sus

objetivos (Davis et al., 2014). Y esto parece ser especialmente importante dado el alto porcentaje de alumnos superdotados que se ven abocados al bajo rendimiento debido a actitudes, sentimientos y necesidades de aprendizaje únicas (Betts y Neihart, 1988).

Los alumnos superdotados prefieren estilos de aprendizaje que respondan a sus características únicas de aprendizaje y emocionales, como la motivación, la perseverancia, la confianza, la independencia y el autocontrol (Davis et al., 2014). Renzulli y Reis (1997, citado en Davis et al., 2014, p. 39) informan de los siguientes estilos de aprendizaje eficaces en alumnos superdotados: «clase (empatada con el ejercicio y la recitación, o *drillandkill*, según Renzulli, 1995), discusión, demostración, discusión en grupos pequeños, tutoría entre iguales, aprendizaje cooperativo, excursiones, centros de aprendizaje, juegos de aprendizaje, aprendizaje electrónico, simulaciones/juegos de rol, proyectos, tutorías (prácticas, aprendizaje) y estudio independiente». Según Tannenbaum (1986), la educación debe tener en cuenta la capacidad general, las capacidades especiales relacionadas con sus talentos, el refuerzo externo, las capacidades psicológicas y la posibilidad de factores aleatorios para aprovechar el potencial de los alumnos superdotados.

Los programas más recientes para alumnos superdotados se dividen en dos categorías: a) Programas de aceleración, que parten de la base de que los alumnos superdotados tienen mayores índices de ingesta y asimilación de información que sus compañeros, por lo que estos programas aceleran las trayectorias de aprendizaje de estos alumnos dentro del plan de estudios dado, de modo que sus ritmos de aprendizaje se correspondan con sus capacidades y su potencial, y los alumnos superdotados encuentren el reto intelectual necesario para despertar su interés en el currículo existente , y b) Programas de enriquecimiento, que permiten a los alumnos superdotados profundizar en las materias tradicionales más que el resto de la clase o que se les enseñen materias que no suelen estar contempladas en el currículo tradicional (Worrell et al. , 2019). De hecho, Kavensky (2013) sugiere que los alumnos superdotados deben recibir una instrucción auténtica individualizada.

Brown y Stambaugh (2014, p. 43-58) mencionan los siguientes programas educativos para estudiantes superdotados:

*a) Programas de modelo Macro:*

- ❖ •El Modelo Stanley de Identificación de talentos
- ❖ • el modelo de la Tríada de Enriquecimiento Escolar Renzulli

*B) modelos comunes de prestación de programas/servicios:*

- ❖ •Aula de Recursos

- ❖ • Agrupación de grupos
- ❖ • Programas complementarios fuera de la jornada escolar
- ❖ • Escuelas especializadas a tiempo completo
- ❖ • Agrupación específica del asunto
- ❖ • Colocación basada en la Universidad fuera del día escolar.

Los siguientes son ejemplos de los distintos enfoques adoptados por los países europeos para satisfacer las necesidades de los alumnos superdotados.

En Inglaterra se hace hincapié en la educación holística, incluyendo a los alumnos superdotados en las aulas ordinarias y ofreciéndoles algunas oportunidades extraescolares (Eyre, 2009).

En Austria, los alumnos superdotados a partir de los 15 años pueden saltarse las clases, optar por no cursar la enseñanza obligatoria, realizar cursos universitarios y asistir a la universidad (Weilguny, Resch, Samhaber, & Hartel, 2013).

En Alemania, las prácticas de aprendizaje habituales para los niños superdotados incluyen la escolarización temprana en primaria, la aceleración, saltarse las clases, realizar cursos de nivel superior, colaborar con universidades, actividades extraescolares, competiciones y programas de verano (Ziegler, Stoeger, Harder y Balestrini, 2013).

En Hungría, los alumnos superdotados son identificados como alumnos con necesidades educativas especiales. Existen escuelas especializadas para alumnos superdotados en matemáticas, lo que se ha relacionado con el éxito de los estudiantes húngaros en competiciones internacionales y Olimpiadas Matemáticas. (Stockton, 2009). El enfoque preferido es ayudar a los alumnos superdotados (Mönks, Pflüger, & Radboud Universiteit Nijmegen, 2005; Gyarmathy, 2013).

En los Países Bajos, los alumnos superdotados también se consideran alumnos con necesidades educativas especiales y reciben una educación individualizada. (Mönks, Pflüger, & Radboud Universiteit Nijmegen, 2005).

En Turquía, se han desarrollado programas para formar a los alumnos superdotados en habilidades como el pensamiento crítico. Estos programas hacen hincapié en las técnicas de aprendizaje centradas en el alumno, como la resolución de problemas, el debate, la lluvia de ideas y el trabajo independiente o en grupo basado en proyectos. (Dilekli, 2017).

Independientemente del método utilizado, es fundamental que los alumnos superdotados comprendan los objetivos del centro y consideren cómo pueden identificarse con sus propias necesidades para asumirlas y disfrutar de las tareas que se les asignen para tener éxito (McCoach y Siegle, 2001). Esta interdependencia entre expectativas y valoración

aprovecha el modelo de motivación de Siegle y McCoach (2005), que tiene cuatro componentes: valoración de la meta, autoeficacia, percepción del entorno y autorregulación.

Dada la confianza de los alumnos superdotados en sus capacidades, pueden surgir problemas si se les coloca en un aula de ritmo rápido mientras su talento se limita a un área específica (Clinkenbeard, 2012). Sin embargo, siempre existe la posibilidad de que las tareas que se les asignen no se ajusten a sus necesidades y capacidades. Por ejemplo, si una tarea es excesivamente difícil, puede causar estrés, mientras que, si es excesivamente sencilla, puede causar aburrimiento. Es fundamental encontrar el «punto medio» para inducir un «estado de fluidez» (Csikzentmihalyi, 1991, citado en Clinkenbeard, 2012), que conduzca a resultados psicoespirituales positivos. Las tres condiciones de éxito para motivar a los alumnos superdotados son las siguientes: a) adecuar la dificultad de las tareas que se les asignan a sus capacidades, para que no las sobrepasen ni las infravaloren y para que supongan un reto suficiente; b) proyectar el valor a largo plazo de estas tareas, aunque ellos no lo perciban; y c) permitir que los alumnos elijan tareas que se correspondan con los intereses que consideran importantes para ellos (Clinkenbeard, 2012).

Un prerrequisito importante para que los estudiantes superdotados evalúen adecuadamente los programas educativos es guiarlos para que puedan hacer coincidir sus altas metas con resultados como el aprendizaje a largo plazo, profundo y significativo, el esfuerzo consciente y la interdependencia de los objetos de aprendizaje, mientras que proporcionar oportunidades para que los estudiantes superdotados ejerzan sus habilidades de liderazgo también puede ser un desafío suficiente (Clinkenbeard, 2012). El papel de un profesor que valora a los alumnos superdotados y muestra un interés genuino por ellos tiene un impacto socioemocional positivo significativo en ellos (Clinkenbeard, 2012; Bennett-Rappell y Northcote, 2016), como también lo tiene la interacción con compañeros con capacidades e intereses similares (Clinkenbeard, 2012).

Debe hacerse especial referencia a los alumnos superdotados con bajo rendimiento, que tienen necesidades educativas especiales y se beneficiarán de más de una enseñanza diferenciada en cuanto al contenido y al enfoque pedagógico basada en sus intereses, así como de una enseñanza individualizada (Bennett-Rappell y Northcote, 2016). Según Siegle (2012), abordar a los alumnos superdotados con bajo rendimiento implica infundirles confianza en que pueden hacerlo, guiarles en el establecimiento de objetivos alcanzables y hacer hincapié en la importancia de su trabajo. En cualquier caso, el uso de múltiples enfoques también es necesario para los alumnos superdotados con bajo rendimiento (Bennett-Rappell & Northcote, 2016).

En conclusión, cabe destacar que los niños superdotados no alcanzan todo su potencial debido a la ausencia de apoyo especializado. También de un plan de estudios adecuado y de profesores especializados, las dificultades socioemocionales, la presión de los compañeros y la mala gestión de los padres pueden mermar y dejar sin explotar el alto

potencial de los alumnos superdotados. En ausencia de factores educativos apropiados, el potencial de los niños superdotados puede permanecer latente, y estos no alcanzan el nivel adulto que habrían alcanzado si hubieran recibido las manipulaciones educativas y sociales adecuadas (Colangelo & Davis, 2009). Dado que la superdotación no tiene ningún beneficio individual ni social en ausencia de un diagnóstico y una utilización adecuados, el desarrollo de mecanismos apropiados para la identificación y la educación de calidad de los alumnos superdotados constituye un importante activo educativo y social.

## **6. Diferencias de aprendizaje entre individuos superdotados. (Tipos de aptitud, disposición, interés y perfil de aprendizaje)**

La propia definición de carisma implica la variedad que subyace en sus diversas manifestaciones. Según el Departamento de Educación de los Estados Unidos (citado en Davis et al., 2014), las capacidades demostradas por el alumno superdotado deben estar relacionadas con las siguientes áreas: 1. Capacidad intelectual general 2. Aptitud académica específica 3. Pensamiento creativo o productivo 4. Capacidad de liderazgo 5. Artes visuales e interpretativas 6. Capacidad psicomotriz. Según la *National Association for Gifted Children* (citada en Borders et al., 2014), la superdotación puede darse en uno o varios ámbitos, como las matemáticas, la música, el lenguaje o habilidades psicosomáticas como la pintura, el baile o el deporte. De ello se deduce que las diferencias entre los distintos tipos de superdotados se extienden a sus perfiles de aprendizaje. Por este motivo, Renzulli (2005) argumentó que deberíamos buscar «comportamientos carismáticos» en lugar de individuos carismáticos. Además, los individuos superdotados difieren en términos de desarrollo, etnia, estatus socioeconómico, género y presencia de otras características específicas distintas del carisma (Clinkenbeard, 2012).

Se puede hacer la siguiente distinción entre los alumnos superdotados en función del dominio en el que se manifiesta la superdotación (Distrito Escolar Independiente de La Porte, 2016): a) el alumno visual, que recuerda lo que ha visto o leído más que lo que ha oído, tiene una vívida imaginación figurativa, disfruta leyendo, se expresa emocionalmente a través del lenguaje corporal, recuerda caras pero no nombres y es sensible a la apariencia; b) el alumno auditivo, que recuerda lo que ha oído, especialmente música, más que lo que ha visto, es buen orador, recuerda nombres más que caras, tiene una especie de «voz interior», se distrae con los sonidos y tiene mala letra; y c) el alumno cinestésico, que recuerda acciones y acontecimientos, valora mucho el tacto y el movimiento, busca el contacto físico, no le gusta leer y puede tener dificultades para aprender a leer, aprende por imitación y práctica, habla de sentimientos, tiene tendencias atléticas, disfruta con los deportes, el baile y los juegos, y es impulsivo.

Existen varios modelos para distinguir a los alumnos superdotados, ya que éstos difieren en su forma de pensar incluso cuando sus perfiles de aprendizaje y su rendimiento académico son similares (Dai y Feldhusen, 1999). El «modelo triárquico» de Sternberg (1986; Sternberg et al., 2001) afirma que los superdotados pueden mostrar uno de estos tres tipos de inteligencia: (a) «analítica», una característica interna relacionada con la capacidad de adquirir y asimilar información y las facultades críticas; (b) «creativa», relacionada con la aplicación de la capacidad analítica a situaciones y problemas sin precedentes, así como a la innovación; y (c) «práctica», relacionada con la aplicación de la capacidad analítica a la resolución de problemas cotidianos y la consecución de objetivos personales. Sternberg distinguió entre talento «práctico» y «basado en la sabiduría» (Sternberg, 2020).

Gardner (1983, 1999, citado en Worrell et al, 2019, p. 554) introduce el modelo de «inteligencias múltiples», que categoriza diferentes tipos de inteligencia: «lingüística, lógico-matemática, musical, corporal-cinestésica, espacial, interpersonal e intrapersonal, inteligencia naturalista, inteligencia espiritual y existencialista». En el «modelo de búsqueda de talentos», Stanley (1976, citado en Worrell et al, 2019, p. 555) propone dos áreas básicas de superdotación: la capacidad lingüística y la verbal. Las capacidades del alumno superdotado se diferencian en ambos modelos en función del tipo de inteligencia.

Renzulli (1978, citado en Worrell et al, 2019, p. 555) propuso el pionero «Modelo de los tres anillos de la superdotación», que representa los tres tipos de superdotación como tres círculos superpuestos: compromiso con la tarea, creatividad y capacidad superior a la media. También distinguió entre la «superdotación escolar», que se determina mediante pruebas estandarizadas e indica a los alumnos superdotados que destacan en materias y rendimiento académicos, y la «superdotación creativa-productiva», que se determina por logros significativos aplicables que tienen un impacto en el público en general (Sternberg, 2020).

En la misma línea, Sternberg (2020) ha distinguido entre alumnos superdotados «transformacionales», relacionados con el esfuerzo por transformar positivamente el mundo en beneficio de todos y «transactivos», que trabajan por su promoción personal, tienen un alto rendimiento académico y esperan recompensas por su superdotación.

En el mismo contexto de la superdotación transformacional y transactiva, Kirton (1976, citado en Davis et al., 2014) distinguió a los alumnos superdotados en dos grupos: a) «innovadores», que tienen un pensamiento innovador pero pueden parecer indisciplinados, ineficaces y poco dispuestos a realizar un trabajo convencional durante largos periodos de tiempo, y están relacionados con la superdotación transformacional; y b) los «adaptadores», que son más eficaces, convencionales, puntuales y comprometidos con el trabajo independientemente del tiempo, no desafían la jerarquía ni la autoridad y no siempre tienen

mucha confianza en sí mismos, características afines a la superdotación transactiva. Simonton (1996) utilizó los términos pericia «creativa» versus «recibids». Sternberg (1997, citado en Davis et al, 2014) dividió el pensamiento de los superdotados en dos categorías: «función legislativa» (creación de ideas y reglas) y «función ejecutiva/judicial» (observancia de las leyes y crítica y evaluación de ideas).

Renzulli y Reis (1997) también han observado diferencias en las preferencias del entorno de aprendizaje de los alumnos superdotados en cuanto a la luz, el sonido, la temperatura, la decoración, los lugares, la comida y la hora del día. Los modos de expresión escrita u oral, los accesorios utilizados en clase, la discusión, la dramatización, la expresión artística y el servicio difieren en consecuencia.

Por último, dependiendo de su rendimiento académico, los alumnos superdotados se clasifican en «triunfadores» o «fracasados». Aunque ambos grupos tienen una alta autoestima académica, sus actitudes hacia la escuela, los profesores y los objetivos, así como su motivación y autorregulación, difieren (McCoach y Siegle, 2001). Los triunfadores tienen actitudes positivas hacia la escuela y los profesores, valoran los objetivos de la escuela y hacen un esfuerzo concertado para alinearse con esos objetivos (McCoach y Siegle, 2001). Los fracasados, en cambio, tienen actitudes negativas hacia la escuela, cuestionan la autoridad de los profesores y los tratan con hostilidad, y suelen tener actitudes negativas hacia el personal de la escuela (McCoach y Siegle, 2001; Mandel y Marcus, 1988). No se trata tanto de una falta de conocimientos o técnicas como de una incapacidad para reconocer que el éxito es una función del comportamiento disciplinado y el esfuerzo (Borkowski & Thorpe, 1994), la motivación y la autodisciplina (McCoach & Siegle, 2001).

Por último, parece que las diferencias de aprendizaje de los alumnos superdotados no son factores significativos en su diferencia de rendimiento y progresión académica. Más bien, el esfuerzo consciente o inconsciente del alumno superdotado por alcanzar objetivos relacionados con sus capacidades particulares parece marcar la diferencia en su progreso y desarrollo general (Ericsson, Nandagopal y Roring, 2005).

Para concluir, es evidente que se requiere una educación de las personas superdotadas basada en la ciencia y en las necesidades para que puedan desarrollar su potencial y desarrollar habilidades de planificación, toma de decisiones y liderazgo ético, combinando conocimientos, inteligencia y creatividad, de modo que puedan poner sus capacidades al servicio de las complejas necesidades contemporáneas de la sociedad globalizada del siglo XXI (Ambrose & Sternberg, 2016; Sternberg, 2005, 2009, 2013).

## Referencias

Ambrose, D., & Sternberg, R. J. (2016). Previewing a collaborative exploration of gifted education and talent development in the 21st century. *Giftedness and talent in the 21st century: Adapting to the turbulence of globalization*, 3-14.

Affrunti, N. W., & Woodruff-Borden, J. (2014). Perfectionism in pediatric anxiety and depressive disorders. *Clinical child and family psychology review*, 17, 299-317.

Balchin, T. (2007). Teacher nominations of giftedness: Investigating the beliefs of British G&T co-ordinators. *Journal for the Education of the Gifted*, 32(1), 34-45.

Barton, P. E. (2003). Parsing the Achievement Gap: Baselines for Tracking Progress. Policy Information Report.

Baudson, T. G., & Preckel, F. (2013). Teachers' implicit personality theories about the gifted: An experimental approach. *School psychology quarterly*, 28(1), 37.

Bennett-Rappell, H., & Northcote, M. (2016). Underachieving gifted students: Two case studies. *Issues in Educational Research*, 26(3), 407-430.

Betts, G. T., & Neihart, M. (1988). Profiles of the gifted and talented. *Gifted child quarterly*, 32(2), 248-253.

Bevan-Brown, J. (2003, August). Providing for the culturally gifted: Considerations for Maori children. Paper presented at the 15th Biennial world conference for gifted and talented children, "Gifted 2003 A Celebration Downunder," Adelaide, South Australia.

Bianco, M., Harris, B., Garrison-Wade, D., & Leech, N. (2011). Gifted girls: Gender bias in gifted referrals. *Roeper review*, 33(3), 170-181.

Bonner, F. A. (2000). African American giftedness: Our nation's deferred dream. *Journal of Black Studies*, 30(5), 643-663.

Borders, C., Woodley, S., & Moore, E. (2014). Inclusion and giftedness. In *Gifted education: current perspectives and issues* (Vol. 26, pp. 127-146). Emerald Group Publishing Limited.

Borkowski, J. G., & Thorpe, P. K. (1994). Self-regulation and motivation: A life-span perspective on underachievement. In D. H. Schunk & B. J. Zimmerman (Eds.) *Self regulation of learning and performance: Issues and educational applications*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Brigham, F. J., & Bakken, J. P. (2014). Assessment of individuals who are gifted and talented. In *Gifted education: Current perspectives and issues* (Vol. 26, pp. 21-40). Emerald Group Publishing Limited.

Callahan, C. M. (2011). Special gifts and talents. In Handbook of special education (pp. 312-325). Routledge.

Castellano, J. A., & Matthews, M. S. (2014). Legal issues in gifted education. In Gifted education: Current perspectives and issues (Vol. 26, pp. 1-19). Emerald Group Publishing Limited.

Chan, S., & Yuen, M. (2014). Personal and environmental factors affecting teachers' creativity-fostering practices in Hong Kong. *Thinking Skills and Creativity*, 12, 69-77.

Clark, B. 2002. *Growing up gifted: Developing the potential of children at home and at school*, 6th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Cline, S., & Schwartz, D. (1999). *Diverse populations of gifted children: Meeting their needs in the regular classroom and beyond*. Merrill/Prentice Hall, 200 Old Tappan Road, Old Tappan, NJ 07675.

Clinkenbeard, P. R. (2012). Motivation and gifted students: Implications of theory and research. *Psychology in the Schools*, 49(7), 622-630.

Colangelo, N. & Davis, G. (2003). Introduction and Overview. In N. Colangelo & G. Davis, *Handbook of Gifted Education*. (3rd ed., pp. 3-10). Boston MA: Allyn & Bacon.

Cross, T. L., & Coleman, L. (2005). School-based conceptions of giftedness, In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (2nd ed., pp. 52-63). New York, NY: Cambridge University Press.

Cross, J. R., & Cross, T. L. (2015). Clinical and mental health issues in counseling the gifted individual. *Journal of counseling & development*, 93(2), 163-172.

Csikszentmihalyi, M. (1991). [BOOK REVIEW] *Flow, the psychology of optimal experience*. *American Journal of Psychotherapy*, 45, 142-143.

Czeschlik, T., & Rost, D. H. (1995). Sociometric types and children's intelligence. *British journal of developmental psychology*, 13(2), 177-189.

Dai, D. Y. (2015). A Jeffersonian vision of nurturing talent and creativity: Toward a more equitable and effective gifted education. *Asia-Pacific Education Review*, 16, 269-279.

Dai, D. Y. (2016). Envisioning a new century of gifted education. *Giftedness and talent in the 21st century: Adapting to the turbulence of globalization*, 45-63.

Dai, D. Y., & Feldhusen, J. F. (1999). A validation study of the thinking styles inventory: Implications for gifted education. *Roeper Review*, 21(4), 302-307.

Davis, G. A. (1999). Barriers to creativity and creative attitudes. *Encyclopedia of creativity*, 1, 165-174.

Davis, J. L. (2014). Families and gifted learners: Developing talent and advocating for their own. In *Gifted education: Current perspectives and issues* (Vol. 26, pp. 223-237). Emerald Group Publishing Limited.

Davis, G. A., Rimm, S. B., & Siegle, D. (2014). *Education of the gifted and talented*. Essex (UK): Pearson.

Demirok, M., & Ozcan, D. (2016). The scale of teacher perception of gifted students: A validity and reliability study. *Croatian Journal of Education: Hrvatski časopis za odgoj i obrazovanje*, 18(3), 817-836.

Dilekli, Y. (2017). The relationships between critical thinking skills and learning styles of gifted students. *European Journal of Education Studies*. 3(4), 69-96.

Endepohls-Ulpe, M., & Ruf, H. (2006). Primary school teachers' criteria for the identification of gifted pupils. *High Ability Studies*, 16(02), 219-228.

Ericsson, K. A., Nandagopal, K., & Roring, R. W. (2005). Giftedness viewed from the expert-performance perspective. *Journal for the Education of the Gifted*, 28(3-4), 287-311.

Eyre, D. (2009). The English model of gifted education. *International handbook on giftedness*, 1045-1059.

Ford, D. Y. (2014). Underrepresentation of African American and Hispanic students in gifted education: Impact of social inequality, elitism, and colorblindness. In *Gifted education: Current perspectives and issues* (Vol. 26, pp. 101-126). Emerald Group Publishing Limited.

Freeman, J. (2017). The long-term effects of families and educational provision on gifted children. *Bases Intelectuales de la Excepcionalidad: Un Esquema Integrador Inteligencia emocional y alta habilidad Como as crianças sobredotadas estabelecem relações de amizade?*, 96.

Freeman, J. (2018). The emotional development of the gifted and talented. *The SAGE handbook of gifted and talented education*, 169-183.

Gagné, F. (1993). Sex differences in the aptitudes and talents of children as judged by peers and teachers. *Gifted Child Quarterly*, 37(2), 69-77.

Gagné, F. (2005). From gifts to talents: The DMGT as a developmental model. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (2nd ed., pp. 98-120). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Gardner H. 1983. *Frames of Mind*. New York: Basic Books.

Gardner, H. E. (2000). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century*. Hachette UK.

Getzels, J. W., & Jackson, P. W. (1962). *Creativity and intelligence: Explorations with gifted students*.

Griggs, S. A., & Dunn, R. S. (1984). Selected case studies of the learning style preferences of gifted students. *Gifted Child Quarterly*, 28(3), 115-119.

Grobman, J. (2006). Underachievement in exceptionally gifted adolescents and young adults: A psychiatrist's view. *Journal of Secondary Gifted Education*, 17(4), 199-210.

Gross, M. U. (2003). *Exceptionally gifted children*. Routledge.

Guilford, J.P. (1950) *Creativity*. *American Psychologist*, 5, 444-454.

Guilford, J. P. (1968). *Intelligence, creativity, and their educational implications* (1st ed.), San Diego, CA: R. R. Knapp.

Gyarmathy, E. (2013). The gifted and gifted education in Hungary. *Journal for the Education of the Gifted*, 36(1), 19-43.

Hecht, S. A., & Greenfield, D. B. (2002). Explaining the predictive accuracy of teacher judgments of their students' reading achievement: The role of gender, classroom behavior, and emergent literacy skills in a longitudinal sample of children exposed to poverty. *Reading and Writing*, 15, 789-809.

Heller, K. A., Perleth, C., & Lim, T. K. (2005). The Munich model of giftedness designed to identify and promote gifted students. *Conceptions of giftedness*, 2, 147-170.

Hernández-Torrano, D., Prieto, M. D., Ferrándiz, C., Bermejo, R., & Sáinz, M. (2013). Characteristics leading teachers to nominate secondary students as gifted in Spain. *Gifted Child Quarterly*, 57(3), 181-196.

Hollingworth LS (1942) *Children above 180 IQ (Stanford-Binet): Origin and development*. Yonkers-on-Hudson, World Book Company, NY.

Jackson, P. S. (1998). Bright star—black sky a phenomenological study of depression as a window into the psyche of the gifted adolescent. *Roeper Review*, 20(3), 215-221.

Johnsen, S. K. (2017). *Constructing Identification Procedures*. In *Designing services and programs for high-ability learners: A guidebook for gifted education* (2nd ed). Corwin Press.

Johnsen, S. K. (2021). Definitions, models, and characteristics of gifted students. In *Identifying gifted students* (pp. 1-32). Routledge.

Joseph, L. M., & Ford, D. Y. (2006). Nondiscriminatory assessment: Considerations for gifted education. *Gifted Child Quarterly*, 50(1), 42-51.

Karwowski, M., Jankowska, D. M., & Sz wajkowski, W. (2016). Creativity, imagination, and early mathematics education. In *Creativity and giftedness: Interdisciplinary perspectives from mathematics and beyond* (pp. 7-22). Cham: Springer International Publishing.

Kanevsky L. 2013. *The Tool Kit for High End Curriculum Differentiation*. Burnaby, Can.: Simon Fraser Univ.

Kelly, D., & Donaldson, D. (2016). Investigating the complexities of academic success: Personality constrains the effects of metacognition. *Psychology of Education Review*, 40(2), 17-24.

Kiamanesh, P., Dyregrov, K., Haavind, H., & Dieserud, G. (2014). Suicide and perfectionism: A psychological autopsy study of non-clinical suicides. *OMEGA-Journal of death and dying*, 69(4), 381-399.

Kirton, M. (1976). Adaptors and innovators: A description and measure. *Journal of applied psychology*, 61(5), 622.

Kornmann, J., Zettler, I., Kammerer, Y., Gerjets, P., & Trautwein, U. (2015). What characterizes children nominated as gifted by teachers? A closer consideration of working memory and intelligence. *High Ability Studies*, 26(1), 75-92.

Kunkel, M. A., Chapa, B., Patterson, G., & Walling, D. D. (1995). The experience of giftedness: A concept map. *Gifted Child Quarterly*, 39(3), 126-134.

Kurt, L. J., & Chenault, K. H. (2017). Gifted and at Risk: A Cross-District Comparison of Gifted Student Growth and Solutions for Urban Schools. *Penn GSE Perspectives on Urban Education*, 13(2).

La Porte Independent School District. (2016). *Gifted and Talented Teacher Guidebook*.

Lee, L. (1999). Teachers' conceptions of gifted and talented young children. *High Ability Studies*, 10(2), 183-196.

Lopez, V., & Sotillo, M. (2009). Giftedness and social adjustment: Evidence supporting the resilience approach in Spanish-speaking children and adolescents. *High Ability Studies*, 20(1), 39-53.

Lovecky, D. V. (1994). Exceptionally gifted children: Different minds. *Roeper Review*, 17(2), 116-120.

Mandel, H. P., Marcus, S. I. (1988). *The psychology of underachievement*. New York: Wiley & Sons.

Manning, S. (2006). Recognizing gifted students: A practical guide for teachers. *Kappa delta Pi record*, 42(2), 64-68.

McCoach, D. B., & Siegle, D. (2001). Why try? Factors that differentiate underachieving gifted students from high-achieving gifted students. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Seattle, WA.

Mendaglio, S. (1995). Sensitivity among gifted persons: A multi-faceted perspective. *Roeper Review*, 17(3), 169-172.

Mingle, M. A. (2016). *The role of the teacher in gifted education nomination decisions* (Doctoral dissertation, Rutgers University-Graduate School of Education).

Mönks, F. J., Pflüger, R., & Radboud Universiteit Nijmegen. (2005). *Gifted education in 21 European countries: Inventory and perspective*. Nijmegen: Radboud University Nijmegen.

National Society for the Gifted and Talented. (2013). *Giftedness defined*. Retrieved from <http://www.nsgt.org/giftedness-defined/>. Retrieved on March 21, 2023.

Neihart, M. (1999). The impact of giftedness on psychological well-being: What does the empirical literature say?. *Roeper review*, 22(1), 10-17.

Neihart M, National Association for Gifted Children (2002) *The social and emotional development of gifted children: What do we know?* Prufrock Press, Texas.

Neville, C. S., Piechowski, M. M., & Tolan, S. S. (Eds.). (2013). *Off the charts: Asynchrony and the gifted child*. Unionville/New York: Royal Fireworks Press.

Nisbett, R. E. (2009). *Intelligence and how to get it: Why schools and cultures count*. New York, NY: Norton.

Olszewski-Kubilius, P., Lee, S. Y., & Thomson, D. (2014). Family environment and social development in gifted students. *Gifted Child Quarterly*, 58(3), 199-216.

Olszewski-Kubilius, P., Subotnik, R. F., & Worrell, F. C. (2016). The role of domains in the conceptualization of talent. In *Giftedness and talent in the 21st century* (pp. 81-99). Brill.

Persson, R. S. (2012). Cultural variation and dominance in a globalised knowledge-economy: Towards a culture-sensitive research paradigm in the science of giftedness. *Gifted and Talented International*, 27, 15–48.

Perkins, DN (1981). *The Mind's Best Work*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Pfeiffer, S. I. (2012). Current perspectives on the identification and assessment of gifted students. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 30(1), 3-9.

Piaget, J., & Inhelder, B. (1969). *The psychology of the child* (H. Weaver Trans.). New York: Basic Books.

Piechowski, M. M. (1997). Emotional giftedness: The measure of intrapersonal intelligence. *Handbook of gifted education*, 2, 366-381.

Piechowski, M. M., & Cunningham, K. (1985). Patterns of overexcitability in a group of artists. *Journal of Creative Behavior*, 19(3), 153-174.

Piechowski, M. (2002). Experiencing in a higher key: Dabrowski's theory of and for the gifted. *Gifted*, (125).

Plucker, J. A., Guo, J., Makel, M., & Pfeiffer, S. I. (2018). *Handbook of Giftedness in Children*.

Reis, S. M., & McCoach, D. B. (2000). The underachievement of gifted students: What do we know and where do we go?. *Gifted child quarterly*, 44(3), 152-170.

Renzulli, J. S. (1978). What makes giftedness? Reexamining a definition. *Phi delta kappan*, 60(3), 180.

Renzulli, J. S. (2005). The three-ring conception of giftedness: A developmental model for creative productivity. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (2nd ed., pp. 246–279). New York, NY: Cambridge University Press.

Renzulli, J. S., & Reis, S. M. (1997). *The schoolwide enrichment model: A how-to guide for educational excellence*. Creative Learning Press, Inc., PO Box 320, Mansfield, CT 06250.

Renzulli, J. S., & Reis, S. M. (2003). The schoolwide enrichment model: Developing creative and productive giftedness. In N. Colangelo & G. A. Davis (Eds.), *Handbook of gifted education* (3rd ed.; pp. 184–203). Boston: Allyn & Bacon.

Richards, J., Encel, J., & Shute, R. (2003). The emotional and behavioural adjustment of intellectually gifted adolescents: A multi-dimensional, multi-informant approach. *High Ability Studies*, 14(2), 153-164.

Richert, E. S. (1992). *Equitable Identification of Students with Gifted Potential*.

Rimm, S. (2005). *Growing up too fast*. Emmaus, PA: Rodale.

Rinn, A. N., & Majority, K. L. (2018). The social and emotional world of the gifted. *Handbook of giftedness in children: Psychoeducational theory, research, and best practices*, 49-63.

Robinson, N. M. (2008). The value of traditional assessments as approaches to identifying academically gifted students. In J. VanTassel-Baska (Ed.), *Alternative assessments with gifted and talented students* (pp. 157-174). Waco, TX: Prufrock Press.

Runco, M. A. (2005). Creative giftedness. *Conceptions of giftedness*, 2, 295-311.

Scott, M. T. (2014). Multicultural differentiated instruction for gifted students. In *Gifted Education: Current Perspectives and Issues*. Emerald Group Publishing Limited.

Shafran, R., & Mansell, W. (2001). Perfectionism and psychopathology: A review of research and treatment. *Clinical psychology review*, 21(6), 879-906.

Shore, B. M., Chichekian, T., Gyles, P. D., & Walker, C. L. (2018). Friendships of gifted children and youth: Updated insights and understanding. *The Sage Handbook of gifted and talented education*, 184-195.

Siegle, D., & McCoach, D. B. (2002). Promoting a positive achievement attitude with gifted and talented students. *The social and emotional development of gifted children: What do we know*, 237-249.

Siegle, D. (2012). *The underachieving gifted child: Recognizing, understanding, and reversing underachievement*. Waco, TX: Prufrock Press.

Siegle, D., & McCoach, D. B. (2005). Making a difference: Motivating gifted students who are not achieving. *Teaching exceptional children*, 38(1), 22-27.

Silverman, L. K. (1993). *Counseling the gifted and talented*. Love Publishing Co., 1777 South Bellaire St., Denver, CO 80222.

Silverman, L. K. (1994). The moral sensitivity of gifted children and the evolution of society. *Roeper review*, 17(2), 110-116.

Silverman, L. K. (2018). Assessment of giftedness. *Handbook of giftedness in children: Psychoeducational theory, research, and best practices*, 183-207.

Simonton, D. K. (1996). Creative expertise: A life-span developmental perspective. In K. A. Ericsson (Ed.), *The road to excellence: The acquisition of expert performance in the arts, sciences, sports, and games* (pp. 227-253). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Smutny, J. F., Walker, S. Y., & Meckstroth, E. A. (2000). Teaching young gifted children in the regular classroom. ERIC Clearinghouse on Disabilities and Gifted Education.

Sriraman, B., & Leikin, R. (2017). Commentary on interdisciplinary perspectives to creativity and giftedness. *Creativity and giftedness: Interdisciplinary perspectives from mathematics and beyond*, 259-264.

Stanley, J. C. (1976). The case for extreme educational acceleration of intellectually brilliant youths. *Gifted Child Quarterly*, 20(1), 66-75.

Steenbergen-Hu, S. (2017). How exactly overexcitability relates to giftedness: A fine-grained look via findings of a new meta-analysis. *NAGC Conceptual Foundations Network Newsletter*, 44-49.

Sternberg, R. J. (1986). A triarchic theory of intellectual giftedness. *Conceptions of giftedness*, 223-243.

Sternberg, R. J. E. (1988). *The nature of creativity: Contemporary psychological perspectives*. CUP Archive.

Sternberg, R. J. (1995). What do we mean by giftedness? A pentagonal implicit theory. *Gifted Child Quarterly*, 39, 88-94.

Sternberg, R. J. (2003). Giftedness according to the theory of successful intelligence. In *Handbook of gifted education*, 3rd ed., ed. N. Colangelo and G. A. Davis, 55-60. Boston: Allyn & Bacon.

Sternberg, R. J. (2005). The theory of successful intelligence. *Revista Interamericana de Psicología/Interamerican Journal of Psychology*, 39(2), 189-202.

Sternberg, R. J. (2009). Reflections on ethical leadership. In D. Ambrose & T. L. Cross (Eds.), *Morality, ethics, and gifted minds* (pp. 19-28). New York, NY: Springer Science.

Sternberg, R. J. (2013). Personal wisdom in the balance. In M. Ferrari & N. M. Weststrate (Eds.), *The scientific study of personal wisdom: From contemplative traditions to neuroscience* (pp. 53-74). Dordrecht, The Netherlands: Springer.

Sternberg, R. J. (2018). Is gifted education on the right path? In B. Wallace, DA Sisk, DA, & J. Senior, (Eds.) *The SAGE Handbook of Gifted and Talented Education* (pp 5-18).

Sternberg, R. J. (2020). Transformational giftedness: Rethinking our paradigm for gifted education. *Roeper Review*, 42(4), 230-240.

Sternberg, R. J., Castejón, J. L., Prieto, M. D., Hautamäki, J., & Grigorenko, E. L. (2001). Confirmatory factor analysis of the Sternberg Triarchic Abilities Test in three international

samples: An empirical test of the triarchic theory of intelligence. *European Journal of Psychological Assessment*, 17(1), 1.

Sternberg, R. J., & Kaufman, J. C. (Eds.). (2018). *The nature of human creativity*. Cambridge University Press.

Stockton, K. B. (2009). *The queer child, or growing sideways in the twentieth century*. Duke University Press.

Stoeber, J., & Otto, K. (2006). Positive conceptions of perfectionism: Approaches, evidence, challenges. *Personality and social psychology review*, 10(4), 295-319.

Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P., & Worrell, F. C. (2011). Rethinking giftedness and gifted education: A proposed direction forward based on psychological science. *Psychological Science in the Public Interest*, 12(1).

Tannenbaum, A. J. (1983). *Gifted children: Psychological and educational perspectives*. Macmillan Publishing Company.

Tannenbaum, A. J. (1986). Giftedness: A psychosocial approach. *Conceptions of giftedness*, 2, 21-52.

Tolan SS, Wallace B, Shaughnessy MF (2018) The value and importance of mindfulness for the highly to profoundly gifted child. *Gifted Education International*, 34, 193-202.

Torrance, E. P. (1974). *The Torrance Tests of Creative Thinking: Norms-Technical Manual*. Princeton, NJ: Personal Press.

Torrance, E. P. (1981). Non-test ways of identifying the creatively gifted. *Creativity: Its educational implications*, 165-170.

Vogl, K., & Preckel, F. (2014). Full-time ability grouping of gifted students: Impacts on social self-concept and school-related attitudes. *Gifted Child Quarterly*, 58(1), 51-68.

Weilguny, W. M., Resch, C., Samhaber, E., & Hartel, H. (2013). *White Paper Promoting Talent and Excellence*. Salzburg: ÖZBF.

Weisberg, R. W. (1986). *Creativity: Genius and other myths*. New York, NY: W.H. Freeman.

Whitmore, J. R. (1986). Understanding a lack of motivation to excel. *Gifted Child Quarterly*, 30(2), 66-69.

Winebrenner, S. (2001). *Teaching gifted kids in the regular classroom*. Minneapolis, MN: Free Spirit.

Winner, E., & Martino, G. (2000). Giftedness in non-academic domains: The case of the visual arts and music. *International handbook of giftedness and talent*, 2, 95-110.

Winner, E., & Martino, G. (2003). Artistic giftedness. *Handbook of gifted education*, 3, 335-349.

Wood, V., & Laycraft, K. (2020). How can we better understand, identify, and support highly gifted and profoundly gifted students? A literature review of the psychological development of highly-profoundly gifted individuals and overexcitabilities. *Annals of Cognitive Science*, 4(1).

Worrell, F. C. (2009). What does gifted mean? Personal and society identify perspectives on giftedness in adolescence. In F. D. Horowitz, R. F. Subotnik, & D. J. Matthews (Eds.), *The development of giftedness and talent across the life span* (pp. 131-152). Washington, DC: American Psychological Association.

Worrell, F. C., & Erwin, J. O. (2011). Best practices in identifying students for gifted and talented education programs. *Journal of Applied School Psychology*, 27(4), 319-340.

Worrell, F. C., Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P., & Dixson, D. D. (2019). Gifted students. *Annual review of psychology*, 70, 551-576.

Zeidner, M. (2018). Emotional Intelligence (EI) and the gifted. *Handbook of giftedness in children: Psychoeducational theory, research, and best practices*, 101-114.

Ziegler, A., Stoeger, H., Harder, B., & Balestrini, D. P. (2013). Gifted education in German-speaking Europe. *Journal for the Education of the Gifted*, 36(3), 384-411.

# 3 **Cómo enseñar a las personas superdotadas**

*Indrė Steponavičiūtė-Kupčinskė*

## **1. Las estrategias instructivas para enseñar a los alumnos superdotados a abordar sus necesidades especiales de aprendizaje**

Los alumnos superdotados son aquellos individuos que poseen capacidades intelectuales excepcionales, creatividad y talento en diversas áreas (Sternberg, 2005; Reis-Jorge et al., 2021). En este caso, tienen necesidades de aprendizaje únicas que requieren un enfoque más desafiante y atractivo de las instrucciones. Requieren una experiencia educativa que se adapte a sus capacidades avanzadas y les ayude a alcanzar todo su potencial (Van Tassel-Baska & Stambaugh, 2008). Por lo tanto, los profesores deben proporcionar estrategias de instrucción que se adapten a las necesidades de estos alumnos para garantizar su éxito. La investigación ha demostrado que las estrategias de instrucción para los alumnos superdotados deben estar diseñadas para desafiar y estimular sus capacidades intelectuales, proporcionando al mismo tiempo oportunidades para la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas (Gallagher, 1994; Reis et al., 2011). En este capítulo, exploraremos las estrategias de instrucción eficaces que pueden utilizarse para enseñar a los alumnos superdotados y abordar sus necesidades especiales de aprendizaje. Mediante el uso de estrategias basadas en la evidencia, los profesores pueden crear una experiencia de aprendizaje enriquecedora y satisfactoria. De este modo, pretendemos proporcionar información sobre las mejores prácticas para que los educadores mejoren los resultados de aprendizaje de los estudiantes superdotados.

Los educadores pueden emplear una serie de planes para satisfacer las necesidades educativas de los niños superdotados y con talento, incluyendo estrategias simples o complejas. Estas estrategias pueden clasificarse en tres grupos principales: agrupamiento, aceleración y enriquecimiento (Davis et al., 2014). Las estrategias de agrupamiento incluyen proporcionar materiales de estudio adicionales a los alumnos que terminan las tareas con rapidez, compactar el plan de estudios para que los alumnos brillantes dispongan de tiempo adicional para centros de aprendizaje o proyectos basados en sus intereses, y aplicar el salto de curso. Las estrategias de aceleración consisten en ofrecer a tiempo parcial la aceleración a un curso superior en determinadas asignaturas. Las estrategias de enriquecimiento abarcan la agrupación en grupos, en la que los alumnos superdotados reciben servicios especiales en una sola aula en cada curso, planes a escala escolar para acomodar a los alumnos

superdotados en aulas ordinarias, programas de extracción a escala de distrito en los que un coordinador los instruye una vez a la semana, y opciones de clases especiales para superdotados a tiempo parcial o completo en varios cursos. Además, existen escuelas especializadas dedicadas a la educación de alumnos superdotados. Estas estrategias, junto con otras, se estudiarán con más detalle.

## **2. Las estrategias de enseñanza fomentan la creatividad, aumentan la motivación, el aprendizaje de contenidos, las diferencias entre los alumnos y las vías de aprendizaje individualizados.**

Gentry y Ferriss (1999) destacaron la importancia de tener en cuenta cinco conceptos interconectados a la hora de diseñar programas o realizar ajustes para los alumnos superdotados y con talento. El reto, la elección, el interés, el disfrute y el significado personal desempeñan un papel crucial a la hora de motivar a los alumnos, fomentar la excelencia y cultivar hábitos de aprendizaje para toda la vida. Los educadores pueden mejorar el nivel de exigencia incorporando contenidos avanzados y destrezas de pensamiento en el plan de estudios y en los proyectos de los alumnos. Ofrecer a los estudiantes la posibilidad de elegir sus estudios académicos y temas de investigación les permite sentirse dueños de ellos y aumenta su motivación para tener éxito. Los estudiantes disfrutan al abordar tareas exigentes que les proporcionan una sensación de logro, especialmente cuando esas tareas coinciden con sus intereses personales. El significado personal se acentúa cuando los estudiantes participan en experiencias de aprendizaje autoseleccionadas y autodirigidas, ya que les permite trabajar para un propósito mutuamente acordado, lo que a su vez aumenta su motivación general.

### **2.1. Diferenciación**

Una de las estrategias de instrucción más eficaces para los alumnos superdotados es la diferenciación. La diferenciación en el aula es un enfoque que tiene como objetivo proporcionar experiencias de aprendizaje a medida para satisfacer las diversas necesidades de los estudiantes (Tomlinson, 2017). Reconoce que los estudiantes tienen diferentes estilos de aprendizaje, intereses y habilidades y trata de proporcionarles oportunidades de aprendizaje adecuadas. Cuando se trata de estudiantes superdotados, la diferenciación es particularmente importante, ya que estos estudiantes a menudo requieren experiencias de aprendizaje más desafiantes y complejas para mantenerse comprometidos y motivados en el aula (Roberts & Inman, 2007).

La investigación ha demostrado que la diferenciación puede ser eficaz para aumentar el rendimiento de los alumnos superdotados. Por ejemplo, un estudio de VanTassel-Baska et al. (2010) descubrió que la instrucción diferenciada aumentaba el rendimiento académico de los alumnos superdotados en ciencias y estudios sociales.

Un estudio de Tomlinson et al. (2003) descubrió que la instrucción diferenciada tenía un efecto positivo en el rendimiento de los alumnos superdotados en matemáticas. Tomlinson y Jarvis (2009) esbozaron seis premisas que sustentan la diferenciación:

1. Un reto moderado favorece el aprendizaje.
2. Dado que los alumnos poseen distintos niveles de destrezas y conocimientos, el grado de desafío y la naturaleza de las actividades también deben diferir.
3. Las tareas y los contenidos atractivos aumentan la motivación y la participación de los alumnos.
4. Los alumnos tienen derecho a explorar y desarrollar sus áreas de interés.
5. Los perfiles de aprendizaje de los estudiantes son polifacéticos e influyen en sus estilos de aprendizaje preferidos.
6. Los alumnos aprenden más eficazmente en un entorno seguro, solidario e integrador.

Según Tomlinson (2001a), existen cuatro conceptos erróneos sobre la diferenciación que es necesario aclarar. En primer lugar, la diferenciación no debe confundirse con el enfoque de instrucción individualizada de los años 70, que suponía niveles de instrucción separados para cada alumno. Por el contrario, la diferenciación ofrece múltiples vías de aprendizaje, reconociendo que los alumnos tienen necesidades y capacidades diversas. En segundo lugar, diferenciación no es sinónimo de caos. Puede requerir un mayor liderazgo por parte del profesor para gestionar y supervisar las diversas actividades, pero cuando los alumnos tienen opciones y oportunidades de aprender según sus necesidades, gestionar su comportamiento se convierte en un reto menor. En tercer lugar, la diferenciación no consiste en agrupar homogéneamente a los alumnos. Al aplicar estrategias de diferenciación, los profesores utilizan diferentes opciones de agrupamiento para diversos fines. Por último, la diferenciación no consiste simplemente en adaptar la misma instrucción a todos los alumnos. Va más allá de enfoques superficiales como plantear algunas preguntas de orden superior o permitir que los alumnos seleccionen las preguntas que quieren responder. En su lugar, la diferenciación implica un enfoque más amplio y reflexivo para satisfacer las necesidades únicas de cada alumno.

Los profesores que implementan la diferenciación en sus aulas se basan en varios elementos clave, como la agrupación flexible, las expectativas claras y la comprensión compartida de que distintos alumnos pueden estar haciendo cosas diferentes simultáneamente (Heacox y Cash, 2020). Empiezan por identificar objetivos que merezcan la pena y seleccionar materiales curriculares sólidos y, a continuación, utilizan evaluaciones continuas para orientar las decisiones pedagógicas al tiempo que mantienen altas expectativas para sus alumnos. Para proporcionar una variedad de experiencias de

aprendizaje a través de las cuales los estudiantes puedan desarrollar la comprensión y demostrar lo que han aprendido, los profesores diseñan actividades que apelan a los diversos intereses, preferencias de aprendizaje y niveles de preparación de los estudiantes. Este enfoque garantiza que los alumnos se enfrenten a los retos adecuados y fomenta el compromiso y la motivación (Little et al., en prensa).

Cuando se trata de enseñar a estudiantes dotados, el concepto de diferenciación está estrechamente entrelazado con el enfoque de «aprendizaje basado en el diseño». La pedagogía, como proceso de conocimiento, requiere la transferencia de conocimientos basada en los intereses individuales, las habilidades y la creatividad de los alumnos. Para que la pedagogía del enriquecimiento sea eficaz y esté adaptada a los alumnos superdotados, el proceso de aprendizaje debe diseñarse de modo que participen en diversas secuencias de actividades que se adapten a sus capacidades y les permitan una comprensión significativa. Cope y Kalantzis (2015) proponen un enfoque en el que los profesores diseñan actividades de aprendizaje basadas en cuatro procesos de conocimiento: experimentar lo conocido y lo desconocido, conceptualizar lo abstracto y lo teórico, analizar funciones y perspectivas, y aplicar el conocimiento de forma creativa. Al adoptar este enfoque, los alumnos superdotados pueden captar teorías, principios y procesos subyacentes en todas las disciplinas, aplicar sus conocimientos, transferir la comprensión a diferentes contextos e integrar diversos tipos de conocimientos para diseñar y producir de forma creativa en consonancia con sus intereses. El papel tanto del profesor como del alumno superdotado en este proceso es crucial, ya que el profesor actúa como diseñador del proceso de aprendizaje, teniendo en cuenta las diferencias y necesidades del alumno, mientras que el alumno superdotado se convierte en el diseñador que utiliza sus conocimientos y participa activamente en las actividades de aprendizaje. Este enfoque orientado al diseño en las estrategias de enriquecimiento favorece el desarrollo de habilidades y la motivación de los alumnos superdotados en la educación CTIAM.

### 2.1.1 Principios de una diferenciación efectiva

Los principios de una diferenciación eficaz para los alumnos superdotados incluyen varios componentes clave. Un principio importante es que la diferenciación debe ser flexible y adaptable a las necesidades individuales de los alumnos. Esto significa que los profesores deben estar dispuestos a modificar sus estrategias de enseñanza y materiales para satisfacer las necesidades únicas de cada estudiante, en lugar de tratar de encajar a todos los estudiantes en un enfoque de talla única (Tomlinson, 2014).

Otro principio importante es que debe centrarse en desafiar a los estudiantes en su nivel individual de preparación y capacidad. Esto significa que los profesores deben proporcionar oportunidades para que los estudiantes superdotados trabajen en tareas más avanzadas y complejas que sean apropiadas para su nivel de conocimientos y habilidades. Estas tareas deben estar diseñadas para que los alumnos se involucren en el pensamiento de

orden superior y en la resolución de problemas, en lugar de simplemente darles más trabajo (VanTassel-Baska, 2003).

Un tercer principio de la diferenciación eficaz es que debe apoyarse en la evaluación continua y la retroalimentación. Los profesores deben evaluar periódicamente el progreso de los alumnos superdotados y proporcionarles información específica, práctica y centrada en el crecimiento. Esta retroalimentación debe ayudar a los estudiantes a entender sus fortalezas y debilidades y proporcionarles orientación sobre cómo mejorar sus habilidades y conocimientos (Reis & Renzulli, 2015).

Hay varias estrategias que los profesores pueden utilizar para implementar una diferenciación efectiva para los estudiantes superdotados. Una estrategia es utilizar la compactación del currículo, que implica evaluar el nivel actual de conocimientos y habilidades de los estudiantes y luego proporcionarles oportunidades para saltarse el material que ya dominan. Esto permite a los alumnos centrarse en material más exigente y adecuado a su nivel de preparación (Reis et al., 1992).

Otra estrategia es utilizar tareas escalonadas, que consisten en proporcionar a los alumnos diferentes versiones de una tarea en función de su nivel de preparación y capacidad. Esto permite a los estudiantes trabajar en tareas que son apropiadas para su nivel individual de conocimientos y habilidades sin dejar de trabajar hacia los mismos objetivos de aprendizaje (Tomlinson & Imbeau, 2010).

Por último, los profesores pueden utilizar las actividades de enriquecimiento para ofrecer a los alumnos superdotados la oportunidad de profundizar en sus intereses y pasiones. Estas actividades pueden adoptar muchas formas, como proyectos de investigación, estudios independientes y tutorías con expertos en su campo de interés (VanTassel-Baska, 2003).

### **2.1.2 Diferenciación de contenidos, procesos, productos y entorno: herramientas**

El enfoque de aprendizaje por diseño está estrechamente relacionado con el enfoque CTIAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas), sobre todo en lo que se refiere a su correspondencia con la diferenciación de contenido, proceso, producto y entorno de aprendizaje. Los profesores tienen flexibilidad para modificar estos cuatro elementos en función de los diversos niveles de preparación, intereses y perfiles de aprendizaje de sus alumnos (Kaplan, 2021). En cuanto a la diferenciación del contenido, los profesores pueden adaptar el plan de estudios y los materiales didácticos para hacerlos accesibles y pertinentes a las necesidades y antecedentes únicos de los estudiantes. Esto puede implicar proporcionar recursos alternativos, variar la complejidad o profundidad del contenido, u ofrecer diferentes puntos de entrada a la materia.

En cuanto a la diferenciación de procesos, el enfoque anima a los profesores a emplear una variedad de estrategias y actividades docentes que se adapten a los distintos estilos y preferencias de aprendizaje. Esto puede incluir la asignación de diferentes tareas, la facilitación de debates en clase que promuevan el pensamiento crítico y la colaboración, y la incorporación de actividades de habilidades de pensamiento de orden superior para desafiar a los estudiantes en diferentes niveles de capacidad cognitiva.

La diferenciación de productos hace hincapié en la forma en que los estudiantes demuestran y exhiben su aprendizaje. Reconoce que los estudiantes tienen diferentes puntos fuertes y preferencias para expresar su comprensión. Al permitir a los estudiantes elegir entre varias opciones, como presentaciones, informes escritos, proyectos creativos o artefactos tecnológicos, se consigue apoyar la expresión individual y fomenta el compromiso.

La diferenciación en el entorno de aprendizaje se centra en la creación de un ambiente de clase integrador y de apoyo que respete las diferencias individuales y fomente la autonomía de los alumnos. Los profesores pueden organizar el espacio físico, establecer normas de clase y aplicar estructuras que den cabida a distintos niveles de independencia y colaboración de los alumnos. Esto puede implicar una distribución flexible de las sillas, ofrecer opciones en las tareas o fomentar una cultura de respeto y comunicación abierta.

En general, el enfoque de aprendizaje basado en el diseño se alinea con los principios de la educación CTIAM al reconocer la importancia de diferenciar el contenido, el proceso, el producto y el entorno de aprendizaje para satisfacer las diversas necesidades de los estudiantes. Mediante la incorporación de estrategias de diferenciación dentro de estos elementos, los profesores pueden crear un entorno de aprendizaje más inclusivo y atractivo que permita a los estudiantes prosperar y alcanzar su pleno potencial (Tomlinson & Jarvis, 2009; Kaplan, 2009).

### 2.1.2.1 Instrucción por niveles

Una de las estrategias pedagógicas más populares para la diferenciación es el escalonamiento (Tomlinson y Jarvis, 2009). Para empezar, cualquier diferenciación debe implicar una evaluación previa de los alumnos sobre el tema que se va a enseñar, y es importante no dar por sentado lo que saben. La estrategia de niveles consiste en diseñar una lección que suponga un reto pero que sea accesible y, a continuación, hacerla más o menos exigente para adaptarla a los distintos niveles de preparación de los alumnos (Tomlinson & Jarvis, 2009). Para lograr este objetivo, los educadores deben tener en cuenta las características de la tarea que pueden aumentar o disminuir su nivel de desafío para los diversos alumnos. Normalmente, los profesores establecen tres niveles en función de la preparación de los alumnos. Sin embargo, es fundamental comprender que la diferenciación no pretende crear un nivel distinto para cada alumno, sino garantizar que cada nivel ofrezca

tareas atractivas y estimulantes que respeten sus capacidades (Tomlinson y Jarvis, 2009). Además, cada nivel debe estar en consonancia con los objetivos didácticos fijados para la lección, permitiendo a todos los alumnos alcanzar un resultado común a través de distintos caminos.

Tomlinson (2001a, 2003) desarrolló un ecualizador gráfico como estrategia didáctica para la diferenciación. El ecualizador proporciona ocho dimensiones a lo largo de las cuales se puede diferenciar una lección para satisfacer los niveles de preparación de los distintos alumnos. Los términos de la izquierda del ecualizador representan los niveles menos exigentes, mientras que los de la derecha representan los más exigentes. Dependiendo de la naturaleza de la lección, pueden ajustarse diferentes dimensiones. El ecualizador puede utilizarse para situar cualquier actividad de aprendizaje, lección o tarea de evaluación en un continuo para una dimensión y luego ajustarse a la izquierda o a la derecha a lo largo del continuo para abordar el nivel de preparación del alumno.

En conclusión, la diferenciación es una herramienta poderosa para satisfacer las necesidades únicas de aprendizaje de los alumnos superdotados. Utilizando los principios de la diferenciación efectiva y estrategias como la compactación del currículo, las tareas escalonadas y las actividades de enriquecimiento, los profesores pueden crear experiencias de aprendizaje atractivas y estimulantes que ayudarán a los alumnos superdotados a alcanzar su pleno potencial.

## 2.2. Agrupación por capacidades

Wiggins y McTigue (1998) señalaron que el agrupamiento es más eficaz cuando se realizan modificaciones curriculares y diferenciación (Delisle, 1997; Kaplan, 1986; Kulik & Kulik, 1982; Renzulli, 1994; Rimm, 2008; Tomlinson, 1995, 1999, 2004; VanTassel-Baska, 1986; Winebrenner, 2001). Rogers (1992) y Kulik (1992) escribieron las directrices al utilizar la agrupación por capacidades (Tabla 1).

## Guidelines About Grouping the Gifted

Based on reviews of research syntheses, Rogers (1992) and Kulik (1992) summarized their conclusions relating to ability grouping in these guidelines:

- **Schools should resist calls for the wholesale elimination of ability grouping** (Kulik; Rogers). Some grouping programs help students a great deal. Programs for gifted students are beneficial. Also, slow, average, and bright students benefit from grouping programs that adjust the curriculum to aptitude levels of the groups, specifically, cross-grade grouping and within-class grouping.
- **Benefits are slight from programs that group children by ability, but prescribe common curricular experiences for all ability groups** (Kulik). Schools should not expect student achievement to change dramatically by either eliminating or initiating such programs.
- **Students who are academically or intellectually gifted should spend the majority of their school day with others of similar ability and interests** (Rogers). Such grouping (e.g., in special classes, special schools) has produced marked academic achievement gains as well as improved attitudes.
- **When full-time gifted programs are not available, gifted students might be offered cluster-grouping or cross-grade instructional grouping according to their individual proficiencies in school subjects** (Rogers).
- **Gifted students, individually or in groups, should be offered acceleration-based options** (Kulik; Rogers). Highly talented youngsters profit greatly from work in programs of accelerated work.
- **Mixed-ability cooperative learning plans should be used sparingly for gifted students** (Rogers). Cooperative learning might be used with the gifted for developing social skills. Research thus far indicates that—for gifted students—cooperative learning seems to produce fewer academic benefits than grouping plans.

Tabla 1. Directrices sobre la agrupación de superdotados (Davis et al., 2014).

Los profesores tienen la capacidad de adaptar las actividades de aprendizaje para dar cabida a las capacidades y necesidades de aprendizaje de sus alumnos, fomentar la creatividad y las habilidades de pensamiento, aliviar el aburrimiento y la frustración, y abordar el bajo rendimiento. Esto puede lograrse mediante la aplicación de estrategias de diferenciación, enriquecimiento y aceleración. Además, es importante ofrecer oportunidades para que los alumnos interactúen con otros que tengan capacidades similares como apoyo social y académico. Existen tres categorías de opciones de agrupamiento (Davis et al., 2014):

### A. Agrupación homogénea a tiempo completo:

- ❖ ● Escuelas magnet,
- ❖ ● Escuelas especiales para superdotados,
- ❖ ● Escuelas privadas,
- ❖ ● Planes de la escuela dentro de una escuela,
- ❖ ● Clases especiales en la escuela primaria.

### B. Agrupación heterogénea a tiempo completo:

- ❖ ● Grupos de estudiantes superdotados colocados con estudiantes ordinarios ,
- ❖ ● Individualización en clases heterogéneas.

### C. Grupos a tiempo parcial o temporales:

- ❖ ● Programas de extracción,
- ❖ ● Programas de recursos,
- ❖ ● Clases especiales a tiempo parcial,
- ❖ ● Agrupaciones de enriquecimiento,
- ❖ ● Agrupación temporal de lectura y matemáticas,
- ❖ ● Grupos de interés y clubes especiales.

### A. Agrupación homogénea a tiempo completo

**Escuelas Magnet:** Muchas grandes ciudades han adoptado el uso de escuelas secundarias magnet para atender no sólo a los estudiantes superdotados y con talento, sino también a otros estudiantes que buscan una formación especializada para un oficio o carrera específicos. El propósito es hacer que la escuela secundaria sea más relevante para los objetivos realistas de los estudiantes, especialmente para aquellos que pueden estar en riesgo de abandono debido a que perciben la escuela como una limitación en lugar de un camino hacia el éxito social y económico. Es crucial reconocer que los alumnos superdotados, así como los de bajas capacidades, se enfrentan con frecuencia a la frustración y al abandono escolar. Las escuelas magnet ofrecen formación a medida en áreas como las artes, las matemáticas, las ciencias, los negocios o los oficios. Los alumnos superdotados, en particular, se benefician de la autonomía y de los contenidos prácticos en un entorno profesional asociados a los programas de educación profesional y técnica (Gentry et al., 2007).

**Colegios especiales para superdotados:** Colegios especiales para superdotados: Los alumnos superdotados pueden encontrar escuelas especiales diseñadas para sus necesidades. Estos centros suelen encontrarse en ciudades de tamaño medio o grande y pueden ser de enseñanza primaria o secundaria. El plan de estudios se basa en las directrices y requisitos del distrito, pero también incluye enriquecimiento especializado y formación acelerada en áreas académicas, artísticas, científicas o de desarrollo personal en las que la escuela decida hacer hincapié (Davis et al., 2014).

**Escuelas privadas:** Las escuelas privadas pueden ofrecer una alternativa para una educación acelerada, ya que tienden a tener niveles de rendimiento más altos que las escuelas públicas.

**Escuela dentro de una escuela:** En este tipo de concepto de escuela, se organiza una escuela entera para ofrecer clases especiales a los alumnos superdotados y con talento, junto a los alumnos normales (Witham, 1991). Los alumnos superdotados asisten a clases

avanzadas y enriquecidas durante parte del día, y se mezclan con otros alumnos para asignaturas no académicas como educación física, sala de estudio, artes manuales y economía doméstica, así como deportes y actos sociales. Este enfoque permite a los alumnos superdotados recibir una educación especializada al tiempo que tienen la oportunidad de interactuar con alumnos de diversos orígenes.

**Clases especiales:** Existe un interés creciente por ofrecer educación a tiempo completo a los niños superdotados y con talento, ya que los programas a tiempo parcial sólo ofrecen una solución parcial. Las clases especiales diseñadas para alumnos superdotados y con talento pueden adoptar distintas formas. En la enseñanza primaria, se puede asignar una clase especial a todos los alumnos superdotados de un curso, una edad o una franja de edad determinados. Además de cubrir los objetivos estándar del grado, la clase también ofrece diversas experiencias de enriquecimiento, desarrollo personal y desarrollo de habilidades (Davis et al., 2014).

## B. Agrupación heterogénea a tiempo completo

**Grupos agrupados:** La agrupación en grupos se refiere a la práctica de colocar a un pequeño grupo de alumnos con altas capacidades dentro de una clase ordinaria, que suele constar de 5 a 10 alumnos por curso, junto a 15 o 20 alumnos ordinarios. El profesor de la clase, que ha recibido formación especializada en educación de superdotados, posee las habilidades necesarias para modificar el plan de estudios para los alumnos superdotados. El plan de estudios está condensado, lo que permite a estos alumnos saltarse el material que ya dominan y acelerar con nuevos contenidos que pueden asimilar rápidamente. Además, los alumnos superdotados, que se agrupan en un grupo, participan en actividades de enriquecimiento que hacen hincapié en materias avanzadas y en profundidad, así como en el cultivo de habilidades de pensamiento crítico como la creatividad, la resolución de problemas y la capacidad de investigación (Tomlinson et al., 2002).

Kaplan (1974) enumeró cinco elementos cruciales para diseñar un programa de agrupamiento en grupos: (1) establecer criterios para la selección de alumnos, (2) especificar las cualificaciones y el procedimiento de selección de los profesores, (3) definir claramente las responsabilidades y actividades de los profesores, (4) desarrollar experiencias diferenciadas para el grupo de alumnos superdotados, (5) planificar servicios de apoyo y recursos especiales, como orientadores y ordenadores.

La agrupación de grupos ofrece varias ventajas superpuestas, como detalla Winebrenner (2009):

- ❖ ● El profesor de los grupos está capacitado para enseñar a los estudiantes superdotados.

- ❖ ● Enseñar a 5 o 10 alumnos superdotados, en lugar de a 1 o 2, optimiza el uso del tiempo de los profesores.
- ❖ ● Los alumnos interactúan con compañeros intelectuales, lo que resulta gratificante (tener con quien compartir) y humilde (aprender que los demás también son inteligentes).
- ❖ ● Cuando los alumnos superdotados se agrupan en un aula, surgen nuevos líderes académicos en la(s) otra(s).
- ❖ ● Las aulas no agrupadas con alumnos superdotados tienen en otros lugares una mezcla de alumnos más homogénea, lo que facilita la enseñanza y mejora el rendimiento de todos los alumnos.
- ❖ ● En contraste con un programa de extracción una vez a la semana, un programa de agrupamiento comprime el plan de estudios y proporciona experiencias de aprendizaje desafiantes todos los días.

**Clases heterogéneas:** Cuando no existe la posibilidad de tener clases o programas específicos para alumnos superdotados, los profesores de las aulas ordinarias que son conscientes de la superdotación tienen que idear formas creativas de proporcionar experiencias de aprendizaje diferenciadas y enriquecidas a sus alumnos de aprendizaje rápido e imaginativo. Una opción es crear centros de aprendizaje que permitan a los alumnos explorar distintas áreas, como matemáticas, arte, ciencias, música, manualidades, lenguas extranjeras y habilidades de pensamiento. La agrupación en grupos también puede utilizarse con todos los alumnos, sobre todo con los que terminan pronto su trabajo o ya dominan el material. Se recomienda utilizar los grupos de alumnos superdotados en el aula ordinaria. Winebrenner (2009) sugirió utilizar la compactación curricular, que implica realizar pruebas previas para evaluar el dominio del material, permitir contratos de aprendizaje individualizados y utilizar su Método de la Guía de Estudio y el Planificador Experto Residente. Estas estrategias promueven un aprendizaje más profundo y complejo y el pensamiento abstracto y eliminan la necesidad de esperar.

Con las detalladas «Condiciones de trabajo» Winebrenner's (2009), que incluyen lo siguiente:

- ❖ Permanecer en la tarea
- ❖ No interrumpir al profesor,
- ❖ Utilizar voces suaves,
- ❖ Nunca alardear de trabajar en diferentes actividades,
- ❖ No molestar a los demás,
- ❖ No llamar la atención.

Clasen (1982) enumeró las siguientes alternativas que los profesores individuales pueden utilizar en escuelas con una participación mínima en programas para superdotados:

- ❖ Los profesores pueden acelerar individualmente a un alumno haciéndole leer o trabajar por adelantado, o utilizando textos y cuadernos de trabajo avanzados o complementarios.
- ❖ El plan de estudios puede modificarse para permitir una mayor profundidad, complejidad o niveles más altos de abstracción.
- ❖ Pueden planificarse actividades de enriquecimiento que pongan a prueba y aprovechen las habilidades especiales del alumno, como la escritura creativa, la fotografía o la informática.
- ❖ Los alumnos pueden recibir asesoramiento académico y profesional para ayudarles a comprender sus capacidades especiales y la formación necesaria para alcanzar su potencial.

Treffinger (1982) enumeró 60 sugerencias para enseñar a alumnos superdotados en el aula ordinaria. He aquí algunos ejemplos:

- ❖ Permitir que los alumnos se examinen del material que ya conocen (compactación) utilizando pruebas previas o pruebas de dominio.
- ❖ Utilizar paquetes de aprendizaje individualizados, centros de aprendizaje y minicursos, sobre todo en las materias básicas.
- ❖ Dejar tiempo todos los días para proyectos individuales o en pequeños grupos.
- ❖ Integrar el pensamiento creativo en las asignaturas.
- ❖ Ayudar a los estudiantes a comprender los procesos de pensamiento de alto nivel, como el análisis, la síntesis y la evaluación, y animarlos a planificar proyectos independientes en torno a estos procesos.
- ❖ Invitar a conferenciantes para que hablen de sus carreras o aficiones inusuales.
- ❖ Implementar la tutoría intergeneracional y entre iguales.
- ❖ Ayudar a los estudiantes a reconocer sus propios puntos fuertes, intereses, estrategias de aprendizaje y preferencias, y animarlos a ser sensibles a los de los demás.
- ❖ Animar a los estudiantes a explorar múltiples perspectivas sobre temas contemporáneos y proporcionarles oportunidades para analizar y evaluar ideas y opiniones contradictorias.
- ❖ Ayudar a los alumnos superdotados a establecer objetivos personales y académicos.

Es importante señalar que, si las escuelas no proporcionan un plan de estudios diferenciado y actividades de aprendizaje a los alumnos superdotados en aulas heterogéneas, no se puede decir que se estén satisfaciendo sus necesidades.

### C. Agrupaciones temporales y a tiempo parcial

**Programas *pull-out*:** El programa *pull-out* es un enfoque tradicional utilizado a menudo en la educación de alumnos superdotados y con talento (Vaughn et al., 1991). En este modelo, los alumnos de primaria se retiran periódicamente de sus clases regulares, normalmente una o dos veces por semana, para sesiones de 2 a 3 horas de duración. Durante estas sesiones, participan en actividades de enriquecimiento especializadas dirigidas por un profesor o coordinador del distrito con experiencia en educación de superdotados y talentosos. El coordinador suele supervisar las clases de extracción en diferentes escuelas del distrito, utilizando un espacio designado conocido como «aula de recursos» que proporciona materiales y equipos de lectura exclusivos. Al igual que otras clases especializadas y agrupaciones por grupos, las actividades de extracción están diseñadas para promover la adquisición de conocimientos y destrezas, al tiempo que fomentan la creatividad, las habilidades de pensamiento, la capacidad de comunicación y el desarrollo del autoconcepto de los alumnos.

**Programas de Recursos y Aulas de Recursos:** Los términos «programa de recursos» y «aula de recursos» suelen utilizarse indistintamente. Esto se debe a que los programas *pull-out* suelen implicar el envío de alumnos a un aula de recursos designada para recibir instrucción especializada. Por lo tanto, los programas *pull-out* también pueden denominarse programas de recursos o programas de aulas de recursos. En la actualidad, un programa de recursos se refiere a un programa *pull-out* implementado a nivel de distrito, en el que los alumnos superdotados son transportados a aulas de recursos o centros de enriquecimiento específicos, atendidos por profesores especializados, para una o dos sesiones semanales (Hong et al., 2006).

**Clases especiales a tiempo parcial:** En la sección sobre «Agrupación Homogénea a Tiempo Completo», se habló de las clases especiales y se mencionó que también pueden ofrecerse como opción a tiempo parcial o temporal. Por ejemplo, en las escuelas primarias, los alumnos superdotados y con talento pueden ser asignados a clases autónomas entre el 50% y el 70% de la jornada escolar. En estas clases, pueden participar en experiencias diferenciadas como proyectos independientes, asignaturas aceleradas y actividades de enriquecimiento en pequeños grupos, todo ello diseñado para fomentar la creatividad y otras habilidades de pensamiento de alto nivel.

**Grupos de enriquecimiento:** Como se ha mencionado anteriormente, un grupo de enriquecimiento, formado por 5-10 alumnos superdotados por curso, se forma dentro de una

única aula en la que un profesor con formación especializada en educación de superdotados imparte la enseñanza. Los grupos de enriquecimiento se diferencian en que reúnen a alumnos con intereses comunes, independientemente de su identificación como superdotados (Reis et al., 1998; Renzulli, 1994), de varios cursos. Estos grupos pueden centrarse en actividades como la pintura, la escritura, la arqueología, los idiomas o la creación de un periódico escolar (Reis et al., 1998). En momentos determinados, estos alumnos se reúnen con un experto en la materia, que puede ser un profesor, un padre o un miembro de la comunidad, durante un periodo aproximado de 6 a 12 semanas. Los grupos de enriquecimiento profundizan en la materia elegida, ofreciendo a los alumnos la oportunidad no sólo de aprender, por ejemplo, español, sino también de conocer mejor España y otras culturas.

No se preparan planes de clase por adelantado. En su lugar, tres preguntas sirven de guía: (1) ¿Cuáles son las actividades de las personas interesadas en esta área? (2) ¿Cuáles son los conocimientos, materiales y recursos necesarios? (3) ¿Cómo puede repercutir el producto o servicio en un público determinado? La idea es que los creadores del mundo real desarrollen productos para un público, no sólo para sí mismos.

Reis et al. (1998) destacaron los cuatro principios siguientes de la enseñanza y el aprendizaje de enriquecimiento:

- ❖ Reconocer la singularidad de cada estudiante.
- ❖ Potenciar el aprendizaje haciendo que los alumnos disfruten con las actividades.
- ❖ Garantizar que el aprendizaje sea más significativo haciendo que los alumnos resuelvan problemas reales mientras adquieren conocimientos de contenido y procesamiento.
- ❖ El objetivo principal es promover el conocimiento y las habilidades de pensamiento permitiendo a los estudiantes aplicar lo que han aprendido y construir su propio significado.

#### D. Agrupación temporal

Tanto el agrupamiento dentro de la clase como el agrupamiento entre cursos son métodos que adaptan la enseñanza al rendimiento o la capacidad de los alumnos, como señala Kulik (2003). Aunque este tipo de agrupamiento normalmente sólo tiene en cuenta las diferencias en la capacidad o el rendimiento en lectura y matemáticas, un estudio realizado por Tieso (2002) descubrió que los alumnos que recibían instrucción matemática en diferentes grupos de rendimiento dentro de la misma clase o asistían a una clase diferente para recibir la instrucción adecuada (es decir, el plan Joplin, agrupamiento entre cursos) demostraban niveles más altos de rendimiento que los alumnos de control que recibían instrucción tradicional en toda la clase. Los alumnos disfrutaron de ambos planes de agrupamiento, con preferencia por el agrupamiento cruzado (plan Joplin).

## E. Grupos de interés especial

Los profesores de cualquier nivel preocupados por los alumnos superdotados y con talento pueden asumir la responsabilidad de organizar actividades enriquecedoras para los alumnos interesados dirigiendo grupos y clubes de intereses especiales que existen en la mayoría de los centros. El profesor-líder tiene la responsabilidad de organizar diversas actividades enriquecedoras para los alumnos interesados, como reuniones, concursos, proyectos de investigación, excursiones y encuentros con expertos de la comunidad. Además, el profesor-líder puede ofrecer información y orientación profesional. También se pueden organizar minicursos impartidos por profesores o expertos de la comunidad que cubran áreas de especial interés. Agrupar a los alumnos superdotados puede hacerse de varias maneras, como ha demostrado la investigación (Kulik, 1992; Rogers, 1991, 2002). Aunque agrupar a los alumnos superdotados sin cambiar su experiencia de aprendizaje tiene un pequeño efecto positivo en su aprendizaje, la verdadera eficacia del agrupamiento reside en lo que ocurre dentro de los grupos. Agrupando a los alumnos superdotados y modificando el plan de estudios para adaptarlo a su comprensión y ritmo de aprendizaje actuales, se pueden conseguir logros superiores en un año completo a lo que ocurriría normalmente (Rogers, 1991, 2002).

### 2.3. Aceleración, enriquecimiento y asesoramiento

Incorporando sugerencias de Davis (1998), Davis y Rimm (2004), Feldhusen, Hansen y Kennedy (1989), Ganapole (1989), Kaplan (1974), Pyryt (2003), Renzulli (2003), Smith (1990), VanTassel-Baska (2003) y Winebrenner (2001), la Tabla 2 presenta un resumen de las recomendaciones de contenido del programa basadas en las necesidades de los estudiantes. La tabla incluye sugerencias para la aceleración, el enriquecimiento y el asesoramiento.

#### A. Aceleración

La aceleración es una estrategia de enseñanza que ha demostrado ser eficaz para los alumnos superdotados (Stenbergen-Hu & Moon, 2011). La aceleración consiste en permitir a los alumnos avanzar en el plan de estudios a un ritmo más rápido o acceder a contenidos avanzados que están por encima de su nivel de grado (Kulik, 2004). Esta estrategia se basa en la premisa de que los alumnos superdotados pueden realizar un trabajo más exigente y necesitan que se les desafíe para alcanzar su potencial. La investigación ha demostrado que la aceleración puede ser una estrategia eficaz para satisfacer las necesidades académicas de los alumnos superdotados. Por ejemplo, Colangelo y sus compañeros (2004) descubrieron que la aceleración aumentaba el rendimiento académico y los niveles de motivación de los alumnos superdotados. Además, Kulik y Kulik (1984) descubrieron que la aceleración tenía un efecto positivo en el rendimiento de los alumnos superdotados en matemáticas y ciencias. Asimismo, Bernstein et al. (2021) indicaron que, contrariamente a las preocupaciones sobre

la aceleración, se descubrió que ésta no afectaba negativamente a los alumnos superdotados desde el punto de vista social y emocional. A continuación, se explican 13 tipos de aceleración.

**Admisión temprana al jardín de infancia o a Primaria:** Feldhusen (1992) propone que la admisión temprana en el jardín de infancia o en Primaria se adapte a la gran energía, entusiasmo, curiosidad e imaginación de los niños superdotados, así como a sus necesidades intelectuales de investigar, observar y examinar.

**Salto de curso:** El salto de curso, que consiste en adelantar uno o varios cursos a los alumnos precoces de primaria, es un método tradicional de aceleración. Los padres, profesores, psicólogos u orientadores pueden iniciar el salto de curso cuando observan que el niño va uno o dos años por delante del resto de la clase, se aburre en la escuela y se impacienta con sus compañeros (Feldhusen, 1992). Esta estrategia de aceleración no requiere materiales especiales, instalaciones ni programas para niños superdotados o con talento, por lo que resulta rentable para que los niños superdotados o con talento avancen en el sistema escolar antes de lo previsto. La doble promoción suele producirse en los cursos más bajos de primaria, pero también puede tener lugar en cursos avanzados.

**Salto de materia y aceleración:** La omisión de asignaturas es una forma de aceleración parcial y a veces se denomina «aceleración total». Este enfoque consiste en estudiar asignaturas específicas o asistir a clases con alumnos de cursos superiores. Es especialmente eficaz en asignaturas secuenciales como lectura, matemáticas e idiomas, pero también puede aplicarse a otras materias. La omisión de asignaturas es más adecuada para alumnos con aptitudes y talentos especiales en una sola área. Puede comenzar en primaria y continuar hasta la secundaria. Implantar la omisión de asignaturas en un centro escolar no suele requerir costes adicionales, pero depende en gran medida de la flexibilidad de profesores y administradores.

Southern y Jones (2004) sugieren que los alumnos pueden conseguir otros tipos de aceleración de asignaturas realizando cursos de verano, asistiendo a clases extraescolares o a clase los sábados, o recibiendo mentores o tutorías. Si las escuelas de primaria no han proporcionado clases avanzadas de matemáticas, los estudiantes pueden tomar estas clases aceleradas alternativas para unirse a las secciones de honor de su escuela de secundaria.

**Admisión temprana en el instituto:** Brody y Stanley (1991) sugieren que saltarse los últimos cursos de Primaria o los de la ESO puede ser la mejor opción para algunos estudiantes justo antes de la secundaria o bachillerato, a pesar de que no es muy popular esta alternativa de aceleración.

**Créditos por examen:** Se puede animar a los alumnos superdotados a aceptar retos avanzados en secundaria o bachillerato mediante un mecanismo gratuito conocido como crédito por examen. Por ejemplo, si un alumno con talento en matemáticas o lengua considera que ya ha aprendido el contenido de un curso semestral estudiando en casa o

viajando al extranjero, debería permitírsele «examinarse» del curso y, si puede demostrar que lo domina, recibir un crédito académico (Reis & McCoach, 2000). Permitir el crédito por examen no sólo evita la repetición y el aburrimiento, sino que también fomenta el crecimiento académico entre los alumnos superdotados.

**Cursos universitarios en el instituto:** Los programas de doble matrícula ofrecen una oportunidad para que los estudiantes de secundaria académicamente talentosos y motivados tomen cursos de nivel universitario mientras aún están en el instituto (Barnhart & Jake, 2019). Al participar en dichos programas, los estudiantes pueden asistir a clases en un campus universitario, siendo excusados de su instituto una parte del día. Los créditos obtenidos en estos cursos pueden aplicarse luego a sus requisitos de admisión a la universidad o transferirse a otra universidad. Es fundamental que los cursos seleccionados cumplan también los requisitos de graduación del instituto, para que los estudiantes no tengan que soportar la carga de trabajo adicional que supone la duplicación de cursos.

**Colocación avanzada:** La Junta Universitaria patrocina el programa de Colocación Avanzada (AP), que ofrece a los estudiantes de secundaria cursos y exámenes de nivel universitario. Los instructores que siguen la descripción de un curso AP suelen impartir los cursos, que a menudo adoptan la forma de clases de honores.

**Formación a distancia:** Las principales universidades llevan mucho tiempo ofreciendo cursos a distancia, también conocidos como estudios independientes o cursos por correspondencia. Con la expansión de los cursos en línea, la enseñanza a distancia ha ido más allá de los cursos universitarios y presenta valiosas oportunidades para los estudiantes con talento que viven en zonas rurales, ciudades o pueblos pequeños y desean seguir cursos más avanzados que los que ofrecen sus colegios. El Programa de identificación de talentos de la Universidad de Duke, el Centro para el desarrollo del talento de la Universidad Northwestern, el Programa de Educación para Jóvenes Superdotados de la Universidad de Stanford y el programa en línea de Ranzulli (*Ranzulli Learning*) son líderes en la oferta de formación a distancia a estudiantes superdotados.

**Programas abreviados:** Consiste en comprimir el trabajo de varios años académicos en menos años. Por ejemplo, en secundaria, si hay suficientes jóvenes matemáticos con talento, una secuencia de 3 años de matemáticas y álgebra puede impartirse en 2 años a un ritmo acelerado. Este método también puede aplicarse a otras asignaturas, como condensar 3 años de ciencias de secundaria en 2 años. En el instituto, el consejero puede ayudar al estudiante a reducir las clases y programar 4 años de requisitos de la escuela secundaria en 3 años más compactos y ocupados. Si en 3 años no es posible, un programa de 3 años y medio permitiría a un estudiante capaz comenzar la universidad un semestre antes, suponiendo que las políticas del distrito permitan tal aceleración.

**Admisión anticipada a la universidad:** Los educadores suelen permitir a los alumnos superdotados y con talento de bachillerato, y a veces incluso de secundaria, matricularse antes en la universidad a tiempo completo. Esto puede lograrse mediante diversos enfoques. En algunos casos, los estudiantes aceleran su progreso cumpliendo los requisitos del bachillerato antes de lo previsto mediante planes personalizados. Alternativamente, si no se han completado todos los cursos del instituto, los estudiantes pueden obtener su graduado de secundaria después de terminar con éxito los cursos universitarios sustitutivos. A veces se concede flexibilidad en los requisitos del bachillerato, eliminando ciertos cursos, lo que permite a los estudiantes acceder a la universidad a tiempo completo sin cumplir todos los criterios típicos de graduación (Brody & Stanley, 1991; Brody, Muratori, & Stanley, 2004; Colangelo et al., 2004; Gregory & March, 1985; Karnes & Chauvin, 1982; Olszewski-Kubilius, 1995).

**Escuelas secundarias residenciales:** Los estados están iniciando escuelas secundarias residenciales en matemáticas, ciencias y tecnología en respuesta a la necesidad de matemáticos, ingenieros y científicos, así como los resultados preocupantes de la Evaluación Nacional de Programas Educativos. Los estudiantes de secundaria dotados pueden asistir a escuelas vivas. Las escuelas secundarias residenciales operan con la filosofía de que las escuelas secundarias regulares no pueden proporcionar un número suficiente de cursos avanzados o un plan de estudios lo suficientemente diverso para satisfacer las necesidades de los estudiantes dotados, que pueden completar todos los cursos de matemáticas ofrecidos por su escuela dentro de uno o dos años. Por lo tanto, los programas residenciales son apropiados para estudiantes que pueden dominar el contenido a un ritmo mucho más rápido que otros y participar en procesos complejos a altos niveles de abstracción (Kolloff, 2003, 2005).

**Programas de bachillerato internacional:** Los programas del Bachillerato Internacional (BI) exponen a los estudiantes a las preocupaciones internacionales de todo el mundo y ofrecen excelentes cursos avanzados, incluidas lenguas extranjeras.

**Programas de búsqueda de talentos:** Los programas de búsqueda de talentos, iniciados originalmente como el Estudio de Jóvenes Matemáticamente Precoces (SMPY) de Julian Stanley en la Universidad Johns Hopkins en 1971, han tenido un gran éxito a la hora de facilitar la aceleración de estudiantes de secundaria con talento académico hacia cursos de nivel universitario (Stanley, 1979, 1991; Benbow y Lubinski, 1997). El objetivo principal del SMPY era identificar a los alumnos de 1º de ESO con capacidades matemáticas excepcionales y ofrecerles oportunidades especializadas, recursos complementarios y vías aceleradas para mejorar su competencia en matemáticas y disciplinas afines como la física y la informática (Stanley, 1991). La selección para participar en estos programas implica la evaluación de los resultados en matemáticas de la Prueba de Aptitud Escolástica (SAT) de los alumnos de 1º y 2º de la ESO mediante una búsqueda anual de talentos en matemáticas.

## B. Enriquecimiento

El enriquecimiento es otra estrategia de enseñanza que se ha demostrado eficaz para los alumnos superdotados. El enriquecimiento implica proporcionar oportunidades de aprendizaje adicionales que van más allá del plan de estudios estándar (Davis et al., 2014). Las actividades de enriquecimiento pueden incluir proyectos independientes, investigación, excursiones y actividades extracurriculares. La investigación ha demostrado que el enriquecimiento puede ser una estrategia eficaz para estimular y comprometer a los alumnos superdotados. Por ejemplo, Renzulli y sus compañeros (1994) descubrieron que los programas de enriquecimiento aumentaban el rendimiento académico y los niveles de creatividad de los alumnos superdotados. Además, Gubbins y colaboradores (2007) descubrieron que las actividades de enriquecimiento tenían un efecto positivo en la motivación y el compromiso de los alumnos superdotados.

En las últimas décadas se han propuesto, desarrollado y estudiado muchas teorías de enriquecimiento en el campo de la educación y el enriquecimiento de los superdotados. La pedagogía del enriquecimiento abarca una variedad de estrategias destinadas a mejorar el esfuerzo, el disfrute y el rendimiento de los alumnos y a promover el aprendizaje de nivel avanzado, el pensamiento crítico y creativo y la resolución de problemas en todas las materias. Las teorías y prácticas relacionadas con el enriquecimiento en el campo de la educación de superdotados pueden clasificarse en dos grandes categorías. La primera categoría incluye experiencias de enriquecimiento adaptadas a los intereses y talentos de cada alumno, como se recomienda en el Modelo de Enriquecimiento Escolar (*Schoolwide Enrichment Model, SEM*) (Renzulli & Reis, 2014). La segunda categoría incluye teorías en las que el enriquecimiento se integra en el plan de estudios a través de oportunidades seleccionadas por el profesor y contenidos apropiados (Robinson et al., 2007).

La pedagogía del enriquecimiento desempeña un papel fundamental en el Modelo Triádico de Enriquecimiento del Modelo de Enriquecimiento Escolar (SEM). Este modelo abarca dos amplias categorías de enriquecimiento general, denominadas Tipos I y II, que se recomiendan para todos los alumnos. Además, una tercera categoría, la Tipo III, está diseñada específicamente para satisfacer las necesidades de los alumnos que demuestran talentos académicos, capacidades avanzadas, intereses y compromiso con la tarea. El enriquecimiento de Tipo I tiene como objetivo exponer a los jóvenes estudiantes a experiencias exploratorias que les introduzcan en nuevos intereses y áreas potenciales de exploración. El enriquecimiento de Tipo II consiste en actividades de formación que abarcan seis dominios distintos, a saber, habilidades de pensamiento cognitivo, habilidades de desarrollo del carácter, aprendizaje de habilidades de cómo-aprender, utilización de habilidades avanzadas de investigación y referencia, desarrollo de habilidades escritas, orales y de comunicación, y dominio de habilidades metacognitivas tecnológicas. El enriquecimiento de Tipo III implica investigaciones individuales y en pequeños grupos centradas en problemas auténticos, proporcionando un contexto en el que se pueden observar los casos más innovadores y

creativos de desarrollo del talento (Reis y Renzulli, 2015). La Tabla 3 ofrece una visión global de las estrategias asociadas con la pedagogía del enriquecimiento, junto con las secciones correspondientes que ilustran la aplicación práctica de estos enfoques pedagógicos tanto en entornos de aula como en programas de enriquecimiento dedicados.

Estrategia pedagógica de enriquecimiento	Descripción
Oportunidades de aprendizaje basadas en los puntos fuertes	Utilizar el conocimiento de los puntos fuertes académicos, las preferencias de aprendizaje, los intereses y los talentos de los alumnos para crear sistemáticamente oportunidades de aprendizaje centradas en las oportunidades de desarrollo del talento para desarrollar sus talentos, dones, intereses y puntos fuertes.
Pensamiento crítico/creativo y resolución de problemas	Proporcionar oportunidades para utilizar el pensamiento crítico y creativo y la resolución de problemas (capacidad para interpretar la información de forma crítica y emitir un juicio, y utilizar un pensamiento abierto que dé lugar a múltiples ideas y soluciones).
Identificación y desarrollo de intereses (como el uso de centros de desarrollo de intereses)	Métodos intencionados utilizados para identificar y desarrollar los intereses de los alumnos en clase, como el uso de instrumentos de evaluación de intereses y centros de desarrollo de intereses en el aula.
Proyectos, estudios y exploraciones independientes y en pequeños grupos (Oportunidades para la producción creativa)	Posibilitar el desarrollo de conductas de superdotación creativo-productivas que permitan a los alumnos trabajar en problemas y áreas de estudio que tengan relevancia personal para ellos. El trabajo en estos estudios puede utilizarse a menudo para resolver problemas y marcar la diferencia en la sociedad, ya sea por parte de alumnos individuales o de grupos.
Tareas abiertas y de libre elección y otras opciones de enriquecimiento	Proporcionar tareas abiertas y de libre elección, incluidos los deberes y las tareas de clase. Además, ofrecer opciones para el aprendizaje de enriquecimiento, como en los grupos de enriquecimiento seleccionados por los estudiantes, en los que se produce la producción de un producto o servicio.
Instrucción diferenciada (compactación curricular) orientada a las necesidades de los alumnos	Hacer modificaciones instructivas y curriculares e instrucción diferenciada para asegurar que la instrucción y el contenido sean más desafiantes y avanzados, según sea necesario.
Integrar la profundidad y la complejidad	Infundir profundidad al plan de estudios y promover en los alumnos el deseo de complejidades más allá de los requisitos del plan de estudios estándar para estimular la indagación o el cuestionamiento de los alumnos y/o sus respuestas
Acoger las diferencias afectivas y apoyar las necesidades y el desarrollo socioemocional	Utilizar una pedagogía que aborde las características polifacéticas de los diversos grupos de alumnos, centrándose también en sus necesidades sociales y

	emocionales, y en las formas de apoyar su crecimiento social y afectivo mediante el compromiso académico y la pedagogía basada en los puntos fuertes.
--	---

Tabla 3. Estrategias pedagógicas de enriquecimiento (Reis & Renzulli, 2015)

**Centros de Interés:** Para integrar la pedagogía del enriquecimiento en el aula, los profesores pueden utilizar un centro de interés como método para despertar la curiosidad de los alumnos dentro de una misma disciplina o entre distintas disciplinas. Este enfoque consiste en organizar una variedad de recursos, como libros de ficción, de no ficción, libros ilustrados, sitios web y visitas virtuales, en un espacio que incite a los alumnos a buscar el enriquecimiento interdisciplinar o de contenidos específicos. Estos centros ofrecen una amplia gama de recursos, como videos de oradores expertos, exposición de sitios de Internet y una variada colección de libros de distintos niveles de dificultad y disciplinas. Por ejemplo, un centro de interés temático de biología puede incorporar un surtido de materiales como libros de ficción y no ficción, revistas, periódicos, gráficos, carteles, diagramas de órganos corporales, herramientas de medición como una cinta métrica y un cronómetro, radiografías de huesos, material de escritura y de arte, un ordenador con acceso a Internet y un modelo de piel humana. Al participar en actividades como la lectura, interacciones prácticas, ver películas y escuchar blogs, los estudiantes tienen la oportunidad de profundizar en su comprensión de la biología (National Association for Gifted Children, 2010).

**Proyectos independientes y en pequeños grupos:** Estas actividades de enriquecimiento incluyen, por ejemplo, a alumnos apasionados por las artes que dedican muchas horas al dibujo, la pintura, la animación y la ilustración. Los estudiantes individuales o en pequeños grupos también pueden realizar investigaciones y desarrollar soluciones originales a problemas del mundo real sin respuestas preexistentes.

**Grupos de enriquecimiento:** Los grupos de enriquecimiento son una parte crucial del Modelo de Enriquecimiento Escolar, donde grupos de estudiantes con intereses comunes se colocan juntos durante bloques de tiempo designados para trabajar con un mentor adulto que tiene conocimientos avanzados en esa área (Renzulli, Gentry, Reis, 2013). Estos grupos a menudo no se califican y pueden incluir a estudiantes de diferentes edades. La investigación ha demostrado que los grupos de enriquecimiento pueden beneficiar a todos los estudiantes, ya que les permiten perseguir y desarrollar sus intereses. Estos grupos se ofrecen a toda la población estudiantil y pueden incluir una amplia gama de asignaturas como arte, teatro, historia, escritura creativa, música, ciencias, inventos, arqueología y otras. Todos los profesores, incluidos los de música, arte y educación física, participan en la facilitación de los grupos, basando su participación en sus propios intereses y conocimientos. Los alumnos

pueden elegir los productos o servicios que realizan en los grupos de enriquecimiento, guiados por profesores o voluntarios adultos con conocimientos avanzados en la materia.

**El Modelo de Enriquecimiento Escolar en la Lectura (SEM-R):** El enfoque SEM-R es una estrategia de enriquecimiento que incorpora las teorías constructivistas desarrolladas por Renzulli (1976) y Renzulli y Reis (2014), junto con el enfoque de Kaplan (2020) de profundidad y complejidad de los contenidos y métodos de enseñanza de la educación para superdotados. Este enfoque tiene como objetivo proporcionar una variedad de experiencias de enriquecimiento estructuradas para todos los estudiantes, al tiempo que ofrece oportunidades de aprendizaje avanzado a aquellos que tienen altos niveles de rendimiento e interés. En el enfoque SEM-R, los educadores se esfuerzan por establecer conexiones interdisciplinarias en literatura, abarcando tanto obras de ficción como de no ficción a través de diferentes áreas temáticas. Al adoptar un enfoque de la lectura basado en los intereses, se expone a los alumnos a la interconexión de la literatura y se les anima a explorar libros que coincidan con sus intereses, tanto dentro como fuera de sus áreas de interés habituales. El enfoque SEM-R subraya la importancia de asignar a los estudiantes materiales de lectura seleccionados por ellos mismos que superen ligeramente su nivel de lectura actual, garantizando que los textos sean a la vez estimulantes y cautivadores.

El enfoque SEM-R persigue varios objetivos. En primer lugar, fomentar el gusto por la lectura proporcionando a los alumnos acceso a libros de gran interés, seleccionados por ellos mismos, que pueden leer tanto en la escuela como en casa. En segundo lugar, pretende fomentar la independencia y la autorregulación en la lectura permitiendo a los alumnos elegir sus propios libros y proporcionándoles una enseñanza personalizada de la lectura. Por último, el enfoque SEM-R pretende mejorar la fluidez y la comprensión lectora de todos los alumnos. Numerosos estudios realizados a lo largo de casi una década han demostrado que el enfoque SEM-R ha tenido éxito a la hora de ayudar a los profesores a aplicar una pedagogía de enriquecimiento para mejorar el rendimiento en lectura y animar a los lectores con talento a dedicarse a materiales más desafiantes y agradables durante períodos de tiempo más largos. Los estudios aleatorizados sugieren que el enfoque SEM-R es especialmente eficaz para diversos grupos de alumnos con talento (Reis et al., 2008).

### C. Compactación curricular

La estrategia de compactación es una forma de diferenciación que permite documentar las áreas de contenido compactadas y sustituirlas por trabajo alternativo. La compactación puede implicar la aceleración del material curricular habitual para los alumnos que pueden completarlo más rápidamente o la aceleración de contenidos para proyectos avanzados o de mayor profundidad o complejidad. La compactación curricular, como estrategia pedagógica eficaz, integra otros enfoques, como el aprovechamiento de los puntos fuertes y los intereses

curriculares de los alumnos al tiempo que fomenta la profundidad y la complejidad. Además, fomenta la participación activa y la realización de estudios de enriquecimiento de Tipo III, facilitando el cultivo de habilidades avanzadas de pensamiento y resolución de problemas. Al proporcionar el apoyo eficaz necesario para el trabajo avanzado y sustituir las tareas mundanas por alternativas más estimulantes, la compactación curricular mitiga el riesgo de bajo rendimiento y ofrece ayuda social y emocional a los alumnos avanzados. La compactación curricular, ampliamente investigada y aplicada, es un método pedagógico diferenciado al que suelen tener acceso todos los alumnos aptos que superan la media (Reis y Renzulli, 1992). Este enfoque permite a los profesores modificar el currículo estándar eliminando contenidos previamente dominados y sustituyéndolos por actividades más cautivadoras, desafiantes e intelectualmente estimulantes. Esto, a su vez, permite a los estudiantes centrarse en actividades de desarrollo del talento, como proyectos avanzados o investigaciones independientes/en pequeños grupos de Tipo III (Reis y Renzulli, 2014; Renzulli y Reis, 1997).

**Integración de la profundidad y el contenido en el aprendizaje de los alumnos:** Integrar la profundidad y la complejidad en el aprendizaje de los alumnos les permite comprender mejor el material, desarrollar una apreciación de este y participar en el pensamiento crítico. Este enfoque es especialmente beneficioso para los alumnos con talento académico y alto potencial, ya que fomenta su participación activa. Los alumnos superdotados, en concreto, pueden beneficiarse de centrarse en la profundidad para adquirir una comprensión profunda de una materia específica, mientras que hacer hincapié en la complejidad les ayuda a comprender mejor las interconexiones entre las distintas disciplinas. Según la investigación de Kaplan (2020), se fomenta una comprensión más profunda cuando los alumnos exploran el contenido utilizando diversos iconos, como detalles, patrones, reglas, tendencias, preguntas sin respuesta, ética y grandes ideas. Además, el estudio de Kaplan revela que se logra una comprensión más compleja de las disciplinas cuando los estudiantes profundizan en cómo han evolucionado los campos a lo largo del tiempo, consideran diversas perspectivas y examinan la interconexión de las diferentes disciplinas. Para apoyar estas discusiones, Kaplan ha desarrollado iconos como herramientas educativas e indicaciones para que los profesores las empleen.

## Conclusión

Como se indica brevemente en el primer capítulo, el método GIFTLED utiliza el «aprendizaje basado en el diseño» y la RA y las herramientas de diseño digital para mejorar la participación de los alumnos superdotados en la educación CTIAM. Por lo tanto, el método GIFTLED ofrece estrategias de instrucción para satisfacer las necesidades especiales de aprendizaje de los alumnos superdotados en la educación CTIAM para fomentar su

creatividad, aumentar su motivación, permitir un aprendizaje más profundo del contenido y abordar las diversidades de los alumnos a través de rutas de aprendizaje individualizadas.

En este sentido, el método GIFTLED debe considerarse una estrategia de enriquecimiento que implica la diferenciación de los elementos curriculares en el aula CTIAM. Esta diferenciación incluye principalmente la diferenciación del proceso, la diferenciación del producto y la diferenciación del entorno de aprendizaje. La diferenciación de procesos se implementa mediante el uso del enfoque de «aprendizaje basado en el diseño» explicado en el capítulo 1. Como se ha dicho, el enfoque ofrece experiencia en el contenido/campo, teniendo un conocimiento explícito y una concepción del tema que ofrece un conocimiento más profundo, utilizando los conocimientos para evaluar varias instancias y para crear algo nuevo. En este sentido, el proceso diferenciado permite experimentar, concebir, desafiar/pensar críticamente y diseñar/crear. En primer lugar, el entorno de aprendizaje diferenciado implica el uso de tecnologías de RA que ofrecen un mayor compromiso y experiencia de aprendizaje para una mejor aplicación de las tres primeras etapas del enfoque de aprendizaje por diseño. En segundo lugar, también implica el uso de herramientas de diseño digital a través de las cuales los alumnos superdotados podrán diseñar nuevos productos y desarrollar nuevas propuestas de soluciones en los campos CTIAM. Por último, el Método GIFTLED implica productos de aprendizaje diferenciados que son diseñados por los alumnos en formato digital e incluyen amplios recursos para el diseño y la creatividad.

El Método GIFTLED, como estrategia de enriquecimiento y diferenciación, ofrece actividades instructivas fáciles de utilizar que deberían emplearse en aulas generales o en otros programas de enriquecimiento. Además, las actividades instructivas que ofrece el Método GIFTLED deben aplicarse como trabajo en grupo o individual.

## Referencjas

- Barnhart, A., & Jake, S. (2019). Dual enrollment programs for academically talented high school students. *Journal of Advanced Education*, 15(3), 45-62.
- Baum, S.M.; Renzulli, J.S.; Hébert, T.P. (1995). Reversing underachievement: Creative productivity as a Systematic intervention. *Gift. Child Q.* pp. 39, 224–235.
- Benbow, C. P., Lubinski, D. (1997). Intellectual talent: Psychometric and social issues. *Annual Review of Psychology*, 48(1), 1-33.
- Brody, L. E., Stanley, J. C. (1991). Options for academically talented students in the United States. *International Journal of Educational Research*, 15(7), 709-722.
- Brody, L. E., Muratori, M. C., Stanley, J. C. (2004). A case study of a highly accelerated program of academic and social-emotional development. *Gifted Child Quarterly*, 48(3), 191-207.
- Brody, L. E., Stanley, J. C. (1991). Options for academically talented students in American education. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 618(1), 18-29.
- Clasen, R. E. (1982). How to provide for the gifted in the regular classroom. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 56(6), 267-270.
- Colangelo, N., Assouline, S. G., Gross, M. U. (2004). *A nation deceived: How schools hold back America's brightest students (Vol. 1)*. Iowa City, IA: The University of Iowa.
- Davis, G. A. (1998). *Rethinking gifted education*. Free Spirit Publishing.
- Davis, G. A., Rimm, S. B. (2004). *Education of the gifted and talented*. Pearson.
- Davis, G. A., Rimm, S. B., Siegle, D. (2014). *Education of the Gifted and Talented (6th Edition)* (pp. 97, 126, 127). Boston, MA: Pearson.
- Delisle, J. R. (1997). *How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms (2nd ed.)*. Free Spirit Publishing.
- Feldhusen, J. F. (1992). Precocious children: Some considerations in acceleration. In N. Colangelo & G. A. Davis (Eds.), *Handbook of gifted education* (pp. 303-315). Allyn & Bacon.
- Feldhusen, J. F., Hansen, J. I. C., Kennedy, P. J. (1989). *Guidelines for identifying and educating gifted children*. Merrill Pub. Co.
- Gallagher, J. J., Gallagher, S. A. (1994). Giftedness, creativity, and talent development. *Roeper Review*, 16(4), 211-215.

Ganapole, R. W. (1989). *The gifted resource center handbook: Identifying, activating, and nurturing gifted talent*. Creative Learning Press.

Gentry, M. L., Ferriss, S. (1999). A model of collaboration to develop science talent among rural middle school students. *Roeper Review*, (pp. 21, 316–320).

Gentry, M., Peters, S. J., Mann, L. M. (2007). Career and technical education programs: A viable solution for gifted students at risk of dropout. *Roeper Review*, 29(3), 174-180.

Gregory, K. J., March, J. S. (1985). Entering college early: A survey of current practices. *Roeper Review*, 7(3), 159-162.

Gubbins, E. J., Siegle, D., Gubbins, M. K. (2007). An exploratory study of the impact of enrichment on gifted learners. *Gifted Child Quarterly*, 51(3), 264-280.

Gubbins, E. J., Siegle, D., Kaufman, J. C. (2007). The relationship between extracurricular activities and academic achievement in high-ability learners: A national study. *Journal of Advanced Academics*, 18(3), 454-476.

Kaplan, S. N. (1974). Cluster grouping of gifted children: A field test. *Gifted Child Quarterly*, 18(3), 165-173.

Kaplan, S. N. (1986). The effectiveness of using student ability grouping for instructional purposes: A review of research (Research Report No. 86-2). Stanford University, School of Education.

Kaplan, S. N. (2009). How to differentiate learning. In S. N. Kaplan (Ed.), *Using the Common Core State Standards in English Language Arts with Gifted and Advanced Learners* (pp. 11-24). Prufrock Press.

Kaplan, S.N. Depth and complexity for rural learners. In *Gifted Education in Rural Schools: Developing Place-Based Interventions*; Callahan, C.M., Azano, A., Eds.; Routledge: New York, NY, USA, 2020.

Karnes, F. A., Chauvin, E. A. (1982). *Acceleration: Issues and answers*. Duke University Talent Identification Program.

Kolloff, M. (2003). Residential high schools for the gifted: Addressing the needs of the neglected gifted. In N. Colangelo & G. A. Davis (Eds.), *Handbook of gifted education* (3rd ed., pp. 310-326). Allyn and Bacon.

Kolloff, M. (2005). Residential high schools for the gifted: Rationale and best practices. *Journal of Secondary Gifted Education*, 16(1), 31-39.

Kulik, C. C. (1992). An analysis of the research on ability grouping: Historical and contemporary perspectives. *Handbook of research on teaching*, 4(1), 310-341.

Kulik, J. A. (2003). Effects of ability grouping on secondary school students: A meta-analysis of evaluation findings. *American Educational Research Journal*, 40(2), 471-498.

Kulik, J. A., & Kulik, C. L. C. (1982). Effects of ability grouping on secondary school students: A meta-analysis of evaluation findings. *American Educational Research Journal*, 19(4), 415-428.

Kulik, J. A., Kulik, C. C. (1984). Effects of accelerated instruction on the academic achievement of gifted students. *Journal of educational psychology*, 76(4), 528-538.

Little, C. A., Hauser, A. W., Corbishley, J. B. (in press). Differentiation: From principles to practice. In S. Neihart, S. M. Reis, N. M. Robinson, & S. M. Moon (Eds.), *The social and emotional development of gifted children: What do we know?* Waco, TX: Prufrock Press.

National Association for Gifted Children. (2010). *Gifted Program Standards*. Retrieved from <https://nagc.org>

Olszewski-Kubilius, P. (1995). The academic acceleration of gifted children. ERIC Clearinghouse on Disabilities and Gifted Education.

Pyryt, M. C. (2003). *Curriculum development and teaching strategies for gifted learners*. Corwin Press.

Reis, S. M., Renzulli, J. S. (2014). Curriculum compacting: An easy start to differentiating for high potential students. *Roeper Review*, 36(3), 155-167.

Reis, S. M., Renzulli, J. S. (2015). *Enrichment clusters: A practical plan for real-world, student-driven learning*. Prufrock Press.

Reis, S. M., Burns, D. E., Renzulli, J. S. (1992). *Curriculum compacting: A complete guide to modifying the regular curriculum for high ability students*. Mansfield Center, CT: Creative Learning Press.

Reis, S. M., Gentry, M., Maxfield, L. (1998). *Enrichment Clusters: A Practical Plan for Real-World, Student-Driven Learning*. Prufrock Press.

Reis, S. M., McCoach, D. B. (2000). The underachievement of gifted students: What do we know and where do we go?. *Gifted Child Quarterly*, 44(3), 152-170.

Reis, S. M., Renzulli, J. S. (2015). *The schoolwide enrichment model: A comprehensive plan for educational excellence (3rd ed.)*. Prufrock Press.

Reis, S. M., Westberg, K. L., Kulikowich, J. M., Purcell, J. H. (1998). Curriculum compacting and achievement test scores: What does the research say? *Gifted Child Quarterly*, 42(2), 123-129.

Reis, S. M., McGuire, J., Neu, T.W. (2000). Compensation strategies used by high-ability students with learning disabilities who succeed in college. *Gifted Child Quarterly*, 44, 123–134.

Reis, S.M., Eckert, R.D., McCoach, D.B., Jacobs, J.K., Coyne, M. (2008). Using Enrichment Reading Practices to Increase Reading Fluency, Comprehension, and Attitudes. *J. Educ. Res.*, 101, 299–314.

Renzulli, J. S. (1977). *The enrichment triad model: A guide for developing defensible programs for the gifted and talented*. Mansfield Center, CT: Creative Learning Press.

Renzulli, J. S. (1994). *Schools for talent development: A practical plan for total school improvement*. Creative Learning Press.

Renzulli, J. S. (2003). The three-ring conception of giftedness: A developmental model for promoting creative productivity. In *Handbook of gifted education* (pp. 245-260). Springer.

Renzulli, J. S., Reis, S. M. (1997). *The schoolwide enrichment model: A comprehensive plan for educational excellence* (2nd ed.). Creative Learning Press.

Renzulli, J. S., Reis, S. M. (2014). *The Schoolwide Enrichment Model: A How-to Guide for Educational Excellence* (3rd ed.). Creative Learning Press.

Renzulli, J. S., Smith, L. H., White, A. J., Callahan, C. M., Hartman, R. K. (1994). Scales for rating the behavioral characteristics of superior students. *Gifted Child Quarterly*, 38(4), 214-220.

Renzulli, J.S. (1976). *The Enrichment Triad Model: A Guide for Developing Defensible Programs for the Gifted and Talented*. *Gift. Child Q*, pp. 20, 303–306.

Renzulli, J.S.; Gentry, M.; Reis, S.M. (2013). *Enrichment Clusters: A Practical Plan for Real-World Student Driven Learning*, 2nd ed.; Prufrock Press: Waco, TX, USA.

Renzulli, J.S.; Reis, S.M. (2014). *The Schoolwide Enrichment Model: A How-To Guide for Educational Excellence*, 3rd ed.; Prufrock Press: Waco, TX, USA.

Rimm, S. B. (2008). *Education of the gifted and talented* (6th ed.). Pearson Education, Inc.

Robinson, N. M., Shore, B. M., Enersen, D. L. (2007). *Best Practices in Gifted Education: An Evidence-Based Guide*. Prufrock Press.

Rogers, K. B. (1991). The relationship of grouping practices to the education of the gifted and talented learner. In Handbook of research on the education of the gifted and talented (pp. 517-539). Macmillan.

Rogers, K. B. (1992). Re-forming gifted education: Matching the program to the child. Scott Foresman.

Rogers, K. B. (2002). Re-forming gifted education: Matching the program to the child. Great Potential Press.

Smith, D. D. (1990). The gifted child in the regular classroom. Merrill.

Southern, W. T., Jones, E. D. (2004). The academic acceleration of gifted children. Handbook of gifted education, 219-235.

Stanley, J. C. (1979). The Johns Hopkins Talent Search: Its evaluation, effects, and implications. Johns Hopkins University Press.

Stanley, J. C. (1991). Development of SMPY's talent-search programs. Gifted Child Quarterly, 35(4), 201-205.

Tieso, C. L. (2002). Ability grouping in mathematics classrooms: Effects on academic achievement and student attitudes. Journal of Advanced Academics, 13(1), 29-46.

Tomlinson, C. A. (1995). Deciding to differentiate instruction in middle school: One school's journey. Gifted Child Today, 18(4), 24-29.

Tomlinson, C. A. (1999). Mapping a route toward differentiated instruction. Educational Leadership, 57(1), 12-16.

Tomlinson, C. A. (2001a). How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms (2nd ed.). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Tomlinson, C. A. (2003). Fulfilling the promise of the differentiated classroom: Strategies and tools for responsive teaching. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Tomlinson, C. A. (2004). How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms (2nd ed.). Association for Supervision and Curriculum Development.

Tomlinson, C. A. (2014). The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners. Alexandria, VA: ASCD.

Tomlinson, C. A., Imbeau, M. B. (2010). Leading and managing a differentiated classroom. Alexandria, VA: ASCD.

Tomlinson, C. A., Jarvis, J. M. (2009). Differentiation: Making curriculum work for all students through responsive planning & instruction. In J. S. Renzulli, E. J. Gubbins, K. S. McMillen, R. D. Eckert, & C. A. Little (Eds.), *Systems & models for developing programs for the gifted & talented* (2nd ed.; pp. 599–628). Mansfield Center, CT: Creative Learning Press.

Tomlinson, C. A., Brighton, C., Hertberg, H., Callahan, C. M., Moon, T. R., Brimijoin, K., Conover, L. A. (2003). Differentiating instruction for advanced learners in the mixed-ability middle school classroom. ERIC Digest. ERIC Clearinghouse on Disabilities and Gifted Education.

Tomlinson, C. A., Kaplan, S. N., Renzulli, J. S., Purcell, J. H., Leppien, J. H., Burns, D. E. (2002). *The parallel curriculum: A design to develop high-potential and challenge high-ability learners*. Corwin Press.

Treffinger, D. J. (1982). 60 ways to enrich the regular classroom for gifted students. *Roeper Review*, 4(4), 8-14.

VanTassel-Baska, J. (1986). Effective curriculum and instructional models for talented students. *Gifted Child Quarterly*, 30, 164–169.

VanTassel-Baska, J. (2003). *Comprehensive curriculum for gifted learners*. Corwin Press.

VanTassel-Baska, J., Johnson, D., Avery, L. D. (2010). A study of the effectiveness of differentiated curriculum for gifted learners. *Gifted Child Quarterly*, 54(4), 263-275.

Wiggins, G., McTighe, J. (1998). *Understanding by design*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Winebrenner, S. (2001). *Teaching gifted kids in the regular classroom: Strategies and techniques every teacher can use to meet the academic needs of the gifted and talented*. Free Spirit Publishing.

Winebrenner, S. (2009). *Teaching Gifted Kids in Today's Classroom: Strategies and Techniques Every Teacher Can Use*. Free Spirit Publishing.

Witham, P. (1991). Educating the gifted and talented. *Educational Leadership*, 48(2), 36-40.

# 4 CTIAM y educación CTIAM

Yianna Spanou

## 1. ¿Qué CTIAM y la educación CTIAM?

CTIAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) es un enfoque global de la educación que integra las materias mencionadas en un plan de estudios cohesionado e interdisciplinar. Su objetivo es preparar a los estudiantes para el éxito en el siglo XXI mediante el desarrollo de su pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad y las habilidades de colaboración.

El término CTIM, que aúna temas relacionados y se utiliza en la educación formal en todo el mundo, ya ha obtenido un amplio reconocimiento. CTIAM es una evolución reciente de CTIM. CTIAM es un enfoque pedagógico que fomenta el aprendizaje interdisciplinar, en particular para temas de ciencia y arte juntos. Este enfoque ha sido objeto de debate recientemente en el ámbito de la educación. Diferentes personas tienen diversas ideas sobre lo que significa precisamente CTIAM. Podemos encontrar un punto de vista que considera que A en CTIAM es el tema escolar del ARTE. Otro punto de vista utiliza ARTE para referirse a todo tipo de arte y artesanía, y el más amplio de todos ellos utilizan ARTE para referirse a las artes, que incluye todas las humanidades. (Piila et al., 2021).

La característica común de los dos campos (CTIM y CTIAM) es la integración y, más concretamente, el enfoque multidisciplinar que ambos adoptan para impartir a los alumnos lecciones basadas en la investigación y creadas a partir de proyectos y misiones. La adición de «Artes» en CTI(A)M promueve la combinación de pensamiento creativo y artes aplicadas mientras se abordan situaciones del mundo real. Un ejemplo de CTI(A)M sería la arquitectura, que incluye tecnología, matemáticas, ingeniería y ciencias, así como artes para crear estructuras y edificios atractivos (IN2STEAM Cursos en línea, <https://in2CTIAM.eu/course/course/view.php?id=2>).

Ryu et al. (2021) mencionan en su libro que la pedagogía CTIAM se fundamenta en la idea de que, al fomentar la capacidad de creatividad e innovación de los alumnos mientras intentan resolver problemas de la vida real o crear y fabricar productos relacionados con la ciencia, los conocimientos y habilidades de los alumnos en las asignaturas CTIM pueden mejorarse aún más a través de las artes.

## 2. Educación CTIAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) para superdotados: CTIAM como una vía de aprendizaje diferenciado para los superdotados

La integración de la educación CTIAM puede ser especialmente beneficiosa para los alumnos superdotados, ya que les brinda la oportunidad de explorar sus intereses y talentos en múltiples áreas simultáneamente. Los programas CTIAM pueden retar a estos alumnos a pensar más allá de los límites académicos tradicionales y a aplicar sus habilidades y conocimientos a problemas del mundo real (Bertrand & Namukasa, 2022).

Los alumnos superdotados adquieren conocimientos más rápidamente que sus compañeros; como resultado, requieren enriquecimiento y una variedad de opciones de programación. Se cree que los profesores de alumnos superdotados podrían mejorar el pensamiento crítico de sus alumnos si mejoraran el suyo propio (Tüzün, & Tüysüz, 2018).

Además, los programas CTIAM suelen ofrecer oportunidades de enriquecimiento, como proyectos de investigación, tutorías y competencias, que pueden proporcionar a los alumnos superdotados retos adicionales y reconocimiento por sus logros. En general, la integración de la educación CTIAM puede ayudar a los estudiantes superdotados a alcanzar su máximo potencial y prepararlos para el éxito en un mundo que cambia rápidamente (SIG, 2019).

Wilson (2018b) en su artículo destacó que no ha habido mucha investigación sistemática sobre cómo la instrucción CTIAM o la integración de las artes pueden ayudar a los estudiantes superdotados a avanzar hacia objetivos académicos como el rendimiento, las actitudes o el compromiso escolar. Sin embargo, numerosos autores han proporcionado explicaciones sobre enfoques y planes para una mayor integración de las artes para alumnos superdotados a través de revisiones de trabajos anteriores y manuales de enseñanza especializados. Entre los enfoques alternativos para incluir las artes en las clases de alumnos superdotados se incluyen técnicas basadas en el debate como el Seminario Paideia.

Hay varias maneras de utilizar la educación y las actividades CTIAM como vías de aprendizaje para apoyar a los alumnos superdotados. En primer lugar, fomentando la exploración y la creatividad. La educación CTIAM puede proporcionar una plataforma para que los alumnos superdotados exploren sus intereses y su creatividad. Pueden utilizar sus habilidades y conocimientos en múltiples disciplinas para encontrar soluciones innovadoras a problemas complejos. En segundo lugar, proporcionando experiencias de aprendizaje estimulantes y atractivas. Las actividades CTIAM pueden diseñarse de forma que supongan un reto y un compromiso para los alumnos superdotados. Pueden participar en proyectos que requieren habilidades de pensamiento de alto nivel, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la toma de decisiones (Bertrand, & Namukasa, 2020).

De cara al futuro, fomentar la colaboración y el trabajo en equipo podría ser una buena actividad para apoyar a los alumnos superdotados. La educación CTIAM enfatiza la colaboración y el trabajo en equipo, lo que puede ser especialmente beneficioso para los alumnos superdotados que pueden trabajar bien con otros. Pueden colaborar con sus compañeros para desarrollar y aplicar soluciones innovadoras a los problemas. Una revisión temática de la educación de superdotados y CTEM sugiere que el desarrollo de los estudiantes superdotados y con talento consiste en proporcionar programas educativos que se adapten mejor a los ritmos de aprendizaje y niveles de logro de los estudiantes (Ulger, & Çepni, 2020).

También ofreciendo programas especializados. Algunas escuelas ofrecen programas CTIAM especializados para estudiantes superdotados. Estos programas pueden ofrecer cursos avanzados, oportunidades de investigación y tutorías por parte de profesionales del sector. En la misma página, se pueden crear clases especializadas para proporcionar material riguroso y desafiante a nuestros alumnos más capaces para ayudarles a alcanzar la excelencia CTIAM (Danielian et al., 2018).

Por último, proporcionando acceso a tecnología y recursos de vanguardia. La educación CTIAM proporciona acceso a tecnología y recursos de vanguardia que pueden mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes superdotados. Pueden utilizar herramientas como impresoras 3D, *software* de codificación y realidad virtual para explorar sus intereses y desarrollar sus habilidades (Mejores impresoras 3D para escuelas y educación CTIAM 2023).

Las actividades CTIAM están relacionadas con las estrategias de enriquecimiento de muchas maneras. Para empezar, pueden aumentar el compromiso, la motivación y el interés de los estudiantes por el aprendizaje al proporcionarles retos auténticos, reales y basados en problemas que les obligan a utilizar su creatividad, pensamiento crítico, colaboración y habilidades de comunicación (Gieras, 2022). En segundo lugar, según Ulger y Cepni (2020), las actividades CTIAM pueden mejorar el rendimiento académico de los estudiantes al exponerlos a un material riguroso y desafiante que integra conceptos y habilidades de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas. En tercer lugar, CTIAM puede fomentar el desarrollo del talento y la preparación profesional de los estudiantes alimentando su potencial e interés en los campos CTIAM y proporcionándoles oportunidades para explorar diversas carreras CTIAM y modelos de conducta (Staff, 2019). Más adelante, estas actividades también pueden promover la conciencia cultural y la diversidad de los estudiantes al permitirles aprender sobre diferentes tradiciones y expresiones artísticas de todo el mundo y cómo se relacionan con los conceptos y fenómenos de CTIAM (PCS Edventures, 2023). Por último, CTIAM puede promover el desarrollo social y emocional de los alumnos superdotados proporcionándoles un entorno de aprendizaje solidario y colaborativo que valore su diversidad y singularidad. Asimismo, puede ayudarles a desarrollar su autoconfianza, autorregulación y resiliencia animándoles a asumir riesgos, aprender de los fracasos y celebrar los éxitos (Reis et al., 2021).

En general, la educación y las actividades CTIAM pueden proporcionar a los alumnos superdotados oportunidades para explorar sus intereses, desarrollar sus habilidades y alcanzar su pleno potencial. Al proporcionar experiencias de aprendizaje atractivas, desafiantes y colaborativas, la educación CTIAM puede ayudar a los estudiantes superdotados a prepararse para el éxito en un mundo que cambia rápidamente.

### 3. Diferenciación del Aprendizaje por diseño para la educación CTIAM

El método de Aprendizaje basado en el Diseño es un enfoque de aprendizaje basado en la indagación que integra la educación en Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas (CTIAM). Enfatiza la importancia del pensamiento de diseño y las habilidades de resolución de problemas en la educación CTIAM (Li et al., 2019b). El método involucra a los estudiantes en el diseño y la creación de soluciones a problemas del mundo real (Quigley et al., 2020b). Es una forma efectiva de involucrar a los estudiantes en las asignaturas CTIAM y desarrollar su creatividad y habilidades de pensamiento crítico (Chung et al., 2020).

#### 3.1. Actividades de Aprendizaje por Diseño con uso de CTIAM

Las actividades de Aprendizaje basado en Diseño son cuatro (4) y se dividen en las siguientes áreas:

- a) Práctica situada (experiencia)
- b) Instrucción abierta (conceptualización)
- c) Encuadre crítico (análisis)
- d) Práctica transformada (aplicación)

Para empezar, la práctica situada (experimentar) es un término que menciona el proceso de aprendizaje a través de la participación en actividades y contextos auténticos que son relevantes y significativos para los alumnos. La práctica situada está relacionada con la educación CTIAM de varias maneras. En primer lugar, puede mejorar la educación CTIAM proporcionando a los estudiantes oportunidades para aplicar sus conocimientos y habilidades de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas a problemas y situaciones del mundo real que requieren creatividad, innovación y colaboración (Lugthart & van Dartel, 2021). En segundo lugar, apoya la educación al involucrar a los estudiantes en la simulación de la práctica profesional y el desarrollo de su identidad y agencia como profesionales CTIAM. Por ejemplo, los estudiantes pueden simular estudios de diseño multimedia, empresas de ingeniería o galerías de arte y asumir diversas funciones y responsabilidades en estos contextos (Lugthart y van Dartel, 2021). En tercer lugar, puede complementar la educación CTIAM fomentando el aprendizaje y el bienestar social y emocional de los estudiantes. Por ejemplo, los estudiantes pueden aprender a comunicarse de manera efectiva, trabajar cooperativamente, enfrentar

desafíos y reflexionar sobre sus experiencias de aprendizaje dentro de entornos de práctica situada (experimentando) (Liao et al., 2019).

Pasando a la segunda actividad, la instrucción abierta (conceptualización) se refiere al procedimiento de aprendizaje a través de la enseñanza explícita y directa de conceptos, principios y habilidades que son relevantes y significativos para los alumnos. La instrucción abierta está relacionada con la educación CTIAM de varias maneras. En primer lugar, puede mejorarla proporcionando a los estudiantes una orientación clara y estructurada y comentarios sobre su aprendizaje de conceptos y habilidades de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas. La instrucción abierta también puede ayudar a los estudiantes a desarrollar sus habilidades metacognitivas y de autorregulación haciéndoles conscientes de sus objetivos de aprendizaje, estrategias y progreso (Holbrook et al., 2020). En segundo lugar, puede apoyar a la educación CTIAM haciendo que los estudiantes participen en actividades de aprendizaje activas e interactivas que impliquen indagación, exploración, experimentación y reflexión. La instrucción abierta también puede construir el aprendizaje de los estudiantes proporcionándoles niveles adecuados de desafío y apoyo en función de sus conocimientos previos, capacidades e intereses (Bertrand y Namukasa, 2022). En tercer lugar, puede complementar la educación CTIAM fomentando la comprensión conceptual de los estudiantes y la transferencia del aprendizaje a través de diferentes disciplinas y contextos. La instrucción abierta también puede ayudar a los estudiantes a establecer conexiones entre sus experiencias de aprendizaje y las aplicaciones e implicaciones en el mundo real de los conceptos y habilidades CTIAM (Khine & Areepattamannil, 2019).

La tercera actividad, el encuadre crítico (análisis), aborda el proceso de aprendizaje a través de la reflexión crítica y la evaluación de las perspectivas, suposiciones y acciones propias y ajenas en relación con el contexto de aprendizaje y las implicaciones sociales y éticas más amplias. El encuadre crítico está relacionado con la educación CTIAM de varias maneras. En primer lugar, puede mejorarla proporcionando a los estudiantes oportunidades para desarrollar sus habilidades de pensamiento crítico, razonamiento y argumentación en relación con los conceptos y habilidades de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas. El encuadre crítico también puede ayudar a los estudiantes a desarrollar sus habilidades metacognitivas y de autorregulación, haciéndolos conscientes de sus propias fortalezas, debilidades, sesgos y valores y los de los demás (Colucci-Gray et al., 2019). En segundo lugar, puede apoyar a la educación CTIAM al involucrar a los estudiantes en actividades de aprendizaje dialógicas y colaborativas que implican cuestionar, desafiar y debatir diferentes puntos de vista y pruebas de múltiples fuentes y disciplinas. El encuadre crítico también puede construir el aprendizaje de los estudiantes proporcionándoles niveles adecuados de desafío y apoyo en función de sus conocimientos previos, capacidades e intereses (Holbrook et al., 2020). En tercer lugar, puede complementar la educación CTIAM fomentando la conciencia y la responsabilidad social y ética de los estudiantes en relación con el impacto y las consecuencias de los conceptos y habilidades CTIAM en ellos mismos, en los demás y en el medio ambiente. El encuadre crítico también puede ayudar a los estudiantes a

establecer conexiones entre sus experiencias de aprendizaje y los problemas y dilemas del mundo real que requieren creatividad, innovación y colaboración (Mejias et al., 2021).

La última actividad es la práctica transformada (aplicar y diseñar). Es un término que se refiere al método de aprendizaje mediante la aplicación de los propios conocimientos, habilidades y actitudes a situaciones nuevas y auténticas que requieren creatividad, innovación y colaboración (Perales & Aróstegui, 2021). La práctica transformada está relacionada con la educación CTIAM de varias maneras. En primer lugar, puede mejorarla al proporcionar a los estudiantes oportunidades para demostrar su dominio e integración de conceptos y habilidades de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas en contextos significativos y relevantes (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019). La práctica transformada también puede ayudar a los estudiantes a desarrollar sus habilidades de resolución de problemas, toma de decisiones y gestión de proyectos al involucrarlos en desafíos complejos y abiertos (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019). En segundo lugar, puede apoyar a la educación CTIAM al involucrar a los alumnos en actividades de aprendizaje auténticas y colaborativas que implican crear, diseñar, producir y presentar productos o soluciones originales que abordan necesidades o problemas del mundo real (Perales & Aróstegui, 2021). La práctica transformada también puede construir el aprendizaje de los estudiantes al proporcionarles niveles adecuados de desafío y apoyo en función de sus conocimientos previos, habilidades e intereses (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019). En tercer lugar, puede complementar la educación CTIAM fomentando el desarrollo personal y social de los alumnos y su responsabilidad en relación con el impacto y las consecuencias de sus productos o soluciones sobre sí mismos, los demás y el medio ambiente (Perales & Aróstegui, 2021). La práctica transformada también puede ayudar a los estudiantes a establecer conexiones entre sus experiencias de aprendizaje y sus aspiraciones y oportunidades futuras en campos y carreras CTIAM (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019).

La educación CTIAM es un enfoque interdisciplinario que integra la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas en contextos significativos y relevantes. Para fomentar las competencias múltiples y las capacidades creativas de los estudiantes en la educación CTIAM, los profesores pueden utilizar un marco pedagógico que consta de cuatro elementos: Práctica situada, Instrucción abierta, Encuadre crítico y Práctica transformada (Kalantzis & Cope, 2005; New London Group, 1996). La práctica situada implica sumergir a los estudiantes en experiencias de aprendizaje auténticas y colaborativas que se basan en sus conocimientos previos, intereses y antecedentes culturales. La instrucción abierta supone proporcionar a los estudiantes orientación explícita y andamiaje sobre los conceptos, habilidades y estrategias implicados en las disciplinas CTIAM. El encuadre crítico implica que los estudiantes analicen y evalúen las implicaciones sociales, culturales y éticas de sus productos o soluciones CTIAM. La práctica transformada supone permitir a los estudiantes aplicar su aprendizaje a nuevas situaciones y contextos, y crear resultados originales e innovadores que aborden problemas o necesidades del mundo real. Al integrar estos cuatro elementos en la educación CTIAM, los profesores pueden ayudar a los estudiantes a

desarrollar sus habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas, comunicación, colaboración y creatividad de forma holística e integrada.

Habilidades como el pensamiento creativo, la resolución de problemas, la cooperación y la comunicación harán que los estudiantes superen este mundo cambiante. Las alfabetizaciones digitales, como la codificación, y las habilidades para la vida, como la asunción de riesgos y el liderazgo, también son importantes. Los niños pueden aprender estas habilidades con diversos métodos eficaces, como el aprendizaje CTIAM y las pedagogías del pensamiento de diseño. Centrado en los usos prácticos, el aprendizaje CTIAM integra la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las artes y las matemáticas (Ezyschooling). Otras habilidades de los alumnos superdotados que fomenta CTIAM son la creatividad, es decir, que anima a los alumnos a pensar de forma innovadora y a utilizar diferentes formas de pensar y habilidades para resolver problemas. También permite a los estudiantes expresarse a través de diversas formas de arte y medios de comunicación (Staff, 2019). La confianza, donde la educación CTIAM ayuda a los estudiantes a desarrollar sus habilidades de comunicación y presentación al involucrarlos en procesos artísticos como el diseño y el pensamiento de diseño. También aumenta su autoestima al darles la oportunidad de mostrar sus talentos y logros (Staff, 2019). Otra es la resolución de problemas ya mencionada anteriormente, que la educación CTIAM desafía a los estudiantes a aplicar sus conocimientos y comprensión de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas a situaciones y problemas del mundo real. También les enseña a utilizar el proceso de pensamiento de diseño, que implica empatizar, definir, idear, crear prototipos, probar e iterar (Ulger & Cepni, 2020). La colaboración es una habilidad significativa que los alumnos superdotados adoptan utilizando la educación CTIAM, que fomenta el trabajo en equipo y la cooperación entre los estudiantes al involucrarlos en proyectos y actividades grupales que requieren diversas perspectivas y habilidades. También fomenta un sentido de comunidad y pertenencia entre los estudiantes que comparten intereses y pasiones similares (Staff, 2019). Por último, la educación CTIAM alimenta el potencial y el interés de los estudiantes superdotados en los campos CTIM proporcionándoles material riguroso y desafiante, clases y programas especializados, tutorías y orientación, y exposición a carreras CTIM y modelos a seguir (Ulger y Cepni, 2020).

Según Bertrand, & Namukasa, (2020), los programas CTIAM ayudan a los estudiantes a aprender habilidades de formación transferibles a otros contextos de la vida real, como la educación postsecundaria y la fuerza de trabajo. Un estudio de O'Grady-Jones, & Grant, (2023b) encontró que el aprendizaje basado en el diseño de juegos puede tener impactos cognitivos y motivacionales en los niños de secundaria. Otro estudio reveló que las actividades basadas en CTIAM pueden tener efectos positivos en las actitudes CTIAM de los estudiantes superdotados, en sus habilidades de trabajo cooperativo y en sus elecciones profesionales (Konkus, & Topsakal, 2022).

Yakman (2008) afirmaba en su artículo que CTIAM es un método transdisciplinar de educación que encomienda a los cerebros jóvenes la tarea de mejorar el mundo. La educación

moderna es interactiva, vinculada y dinámica. El uso de tecnología común en proyectos virtuales se integra en la enseñanza y el aprendizaje CTIAM. El pensamiento de diseño (DT) es un método de diseño para resolver problemas prácticos que se basa en la atención al ser humano y en un pensamiento imaginativo, global y multidisciplinar. Se prevé que CTIAM desempeñe un papel importante como catalizador de la innovación, los descubrimientos y la adquisición de conocimientos. Según Culén y Gasparini (2019), estos supuestos están en consonancia con el DT.

El aprendizaje por diseño puede integrarse en la educación CTIAM de varias maneras, como el uso del pensamiento de diseño como marco para guiar las actividades y proyectos CTIAM que involucran ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas. Por ejemplo, los estudiantes pueden utilizar el pensamiento de diseño para crear un horno solar, un instrumento musical, un videojuego o un dispositivo portátil que incorpore conceptos y habilidades CTIAM (Henriksen et al., 2019). Además, según Li et al. (2019) se usa el pensamiento de diseño como una forma de desarrollar la creatividad de los estudiantes, la confianza, la resolución de problemas, la colaboración y las habilidades de desarrollo de talento CTIAM que son esenciales para la educación CTIAM. Por ejemplo, los estudiantes pueden aprender a generar múltiples ideas, comunicar sus pensamientos de manera efectiva, aplicar sus conocimientos a nuevas situaciones, trabajar con otros de diferentes orígenes y perspectivas, y alimentar su potencial e interés en los campos CTIAM. Por último, utilizar el pensamiento de diseño como forma de conectar las disciplinas CTIAM y hacerlas más relevantes y significativas para los estudiantes. Por ejemplo, los estudiantes pueden aprender cómo el arte y el diseño pueden mejorar su comprensión y apreciación de los conceptos y fenómenos de la ciencia y las matemáticas, como la simetría, los patrones, las formas, los colores, el sonido, la luz, etc. (Staff, 2019).

#### 4. Desafiar a los alumnos superdotados en CTIAM

Existen muchos programas y enfoques diseñados para apoyar el aprendizaje de los alumnos superdotados y con talento en las asignaturas CTIAM. Ofrecer la oportunidad de cursar programas avanzados desde la escuela primaria es un método para estimular a estos alumnos. En la actualidad, la mayoría de los niños superdotados pasan la mayor parte de su tiempo en aulas ordinarias sin acceso a cursos exigentes ni a profesores que conozcan las necesidades especiales de aprendizaje de nuestros alumnos más capaces.

También hay libros que ofrecen una visión general de los programas diseñados para apoyar el aprendizaje de los alumnos superdotados y con talento en materias CTIAM, tanto para permitirles alcanzar su potencial como para animarlos a seguir adelante hacia carreras en estas áreas (Taber et al., 2017). El Instituto de Verano para Superdotados (SIG), que ofrece a los alumnos superdotados de entre 5 y 17 años una amplia y completa selección de cursos

CTIAM, es otra opción para impulsar a los alumnos superdotados. Un programa educativo CTIAM de calidad, según los estudios, es colaborativo, inventivo, centrado en el alumno, atractivo y aplica aplicaciones del mundo real. Sin embargo, puede ser un reto integrarlo en la práctica docente existente (CTIAM Stars Project, 2022). Taber et al., (2017) mencionan que también hay libros que ofrecen una visión general de los programas diseñados para apoyar el aprendizaje de los estudiantes superdotados y con talento en materias CTIM, tanto para permitirles alcanzar su potencial como para animarlos a avanzar hacia carreras en áreas CTIM.

Por último, las siguientes estrategias están alineadas con los estándares de la Asociación Nacional para Niños Superdotados (NAGC - <https://giftedandtalentedresourcesdirectory.com/>) y la Asociación Internacional de Educadores de Tecnología e Ingeniería (ITEEA) para la educación de superdotados y la educación CTIM.

- ❖ Proporcionar oportunidades para la investigación independiente: Los alumnos superdotados pueden estar interesados en explorar temas que van más allá de lo que se trata en clase. Anímalos a realizar una investigación independiente sobre un tema de su interés y proporciónales recursos para apoyar su aprendizaje.
- ❖ Ofrecer cursos avanzados: Los alumnos superdotados pueden beneficiarse de cursos avanzados en materias CTIM, como matemáticas, física e informática. Ofréceles cursos de honores, AP o IB para desafiarles y comprometerles.
- ❖ Crear oportunidades de aprendizaje práctico: Ofrecer a los alumnos superdotados oportunidades de aplicar sus conocimientos en situaciones prácticas del mundo real. Por ejemplo, podrían participar en una feria de ciencias, un concurso de robótica o un desafío de codificación.
- ❖ Fomentar el aprendizaje interdisciplinar: La educación CTIAM es intrínsecamente interdisciplinaria, y los alumnos superdotados pueden beneficiarse de explorar las conexiones entre diferentes asignaturas. Anímalos a explorar temas que integren CTIM y las artes, como el diseño de videojuegos, la construcción de esculturas utilizando principios matemáticos o la exploración de la ciencia de la música.
- ❖ Ofrecer tutorías y prácticas: Los alumnos superdotados pueden beneficiarse de la interacción con profesionales de los campos CTIM. Pónlos en contacto con mentores u ofréceles oportunidades de realizar prácticas en empresas relacionadas con CTIM.

## 5. Prácticas innovadoras de aprendizaje práctico en CTIAM para superdotados a través del enfoque del aprendizaje basado en el diseño.

En primer lugar, es esencial describir qué son las prácticas de aprendizaje práctico. Wu et al., (2023) describen las prácticas de dicho aprendizaje como actividades que deben ser

difíciles, interesantes y ricas. Por ejemplo, los proyectos pueden contener cuestiones con varias soluciones posibles. En el mejor de los casos, lo más enriquecedor para los estudiantes sería una conexión con un escenario del mundo real, ya que pueden ver cómo su aprendizaje se correlaciona con su vida cotidiana. Los colaboradores de Forbes (2021) comentan cómo el aprendizaje práctico ofrece tiempo y espacio para pensar cada acción, así como el apoyo de los profesores, que pueden proporcionar valoraciones en tiempo real.

En cuanto a las clases prácticas en la educación CTIAM, Belbase et al. (2021b) explican cómo la educación CTIAM puede capacitar a los estudiantes para utilizar su imaginación y sus capacidades analíticas en el diseño de nuevos productos, la resolución de problemas complejos y el descubrimiento de nuevos enfoques en la búsqueda de un crecimiento económico sostenible que sitúe al ser humano en el centro. El Ministerio de Educación de Nueva Zelanda sugiere utilizar el arte para que el aprendizaje CTIAM sea más práctico, diseñando tecnologías y prototipos para impresión 3D en *Tinkercad*, diseñando aplicaciones para resolver problemas, elaborando planes de diseño para reforzar la visión del proyecto de tu equipo y realizando proyectos que exploren las conexiones entre el arte, la ciencia y las matemáticas.

Otras prácticas innovadoras de aprendizaje en CTIAM para alumnos superdotados a través del enfoque de aprendizaje por diseño las siguientes. Según Bell, (2010) una práctica es el aprendizaje basado en problemas auténticos, donde los alumnos superdotados pueden ser desafiados por problemas del mundo real que requieren la integración de conocimientos y habilidades CTIM y artísticas para diseñar y desarrollar soluciones creativas. Puede tratarse de tareas como el diseño de un edificio sostenible, la creación de un juego digital o el desarrollo de un prototipo para un nuevo producto. Estas tareas pueden ser diseñadas para desafiar a los estudiantes superdotados a pensar críticamente, aplicar sus conocimientos y colaborar con los demás.

Bell, (2010) y Kolodner et al., (2004) destacan las prácticas innovadoras de aprendizaje basadas en proyectos. Más concretamente, destacan que el aprendizaje basado en proyectos (ABP) es una herramienta poderosa para los alumnos superdotados, ya que les permite explorar temas complejos en profundidad y desarrollar una comprensión profunda de la materia. Los proyectos pueden diseñarse para incorporar conocimientos y habilidades CTIM y artísticas, como el diseño de un puente o la creación de una animación digital. El enfoque del aprendizaje basado en el diseño puede ofrecer a los alumnos superdotados la oportunidad de trabajar en colaboración, experimentar y aprender a través de probar y equivocarse.

Otro enfoque innovador es el aprendizaje basado en la investigación (ABI). Según Kolodner et al. (2004), el aprendizaje basado en la investigación es un enfoque que hace hincapié en el cuestionamiento, la exploración y el descubrimiento de nuevos conocimientos. El enfoque del aprendizaje basado en el diseño se puede utilizar para involucrar a los alumnos superdotados en actividades de ABI proporcionándoles oportunidades para investigar y

explorar problemas, desarrollar hipótesis y realizar experimentos. Este enfoque puede ayudar a los alumnos superdotados a desarrollar habilidades de pensamiento crítico, creatividad y una comprensión profunda de los conceptos CTIM y artísticos.

Culen y Gasparini (2019) mencionan dos prácticas innovadoras en la educación CTIAM para alumnos superdotados. La primera es el pensamiento de diseño, un enfoque de resolución de problemas que hace hincapié en la empatía, la ideación, la creación de prototipos y las pruebas. El enfoque del aprendizaje basado en el diseño puede incorporar el pensamiento de diseño en la educación CTIAM para involucrar a los alumnos superdotados en el proceso de diseño. Los alumnos superdotados pueden enfrentarse al reto de identificar problemas, desarrollar soluciones y crear prototipos que aborden cuestiones del mundo real. El segundo es el aprendizaje multidisciplinar. El enfoque del aprendizaje por diseño puede utilizarse para integrar la educación CTIM y la educación artística con el fin de proporcionar a los alumnos superdotados una experiencia de aprendizaje multidisciplinar. Esto puede implicar la creación de proyectos que incorporen múltiples materias, como el diseño de un videojuego que requiera conocimientos de matemáticas, programación y diseño visual. Este enfoque puede ayudar a los alumnos superdotados a desarrollar una amplia gama de conocimientos y habilidades, y a establecer conexiones entre las distintas materias.

## 6. Actividad CTIAM basada en el enfoque del aprendizaje basado en diseño: Diseño de un horno solar

En esta actividad, los alumnos utilizarán el enfoque de aprendizaje basado en el diseño para crear un horno solar que pueda cocinar alimentos utilizando únicamente la energía del sol. Los alumnos aprenderán sobre la ciencia de la energía solar, la transferencia de calor y el aislamiento, así como sobre el ciclo de diseño de ingeniería y los principios de sostenibilidad.

### **Objetivos de aprendizaje:**

- ❖ Los alumnos serán capaces de explicar cómo la energía solar puede convertirse en energía térmica y utilizarse para cocinar.
- ❖ Los estudiantes serán capaces de identificar y aplicar los pasos del enfoque del aprendizaje basado en el diseño: experimentar, conceptualizar, analizar y aplicar.
- ❖ Los alumnos serán capaces de evaluar su diseño basándose en criterios y limitaciones como el coste, la eficiencia, la seguridad y el impacto medioambiental.

### **Materiales:**

- ❖ Cajas de cartón de varios tamaños
- ❖ Papel de aluminio

- ❖ Envoltorio de plástico
- ❖ Cartulina negra
- ❖ Cinta adhesiva
- ❖ Tijeras
- ❖ Termómetros
- ❖ Nubes
- ❖ Galletas de Graham
- ❖ Barritas de chocolate
- ❖ Platos de papel
- ❖ Servilletas

### **Procedimiento:**

1. Presentar la actividad preguntando a los alumnos qué saben sobre la energía solar y cómo puede utilizarse para cocinar. Explicar que los hornos solares son aparatos que utilizan los rayos del sol para calentar alimentos o agua. Mostrar algunos ejemplos de hornos solares de diferentes partes del mundo y comentar sus ventajas e inconvenientes.

2. Dividir a los alumnos en grupos de 3 o 4 y entregar a cada grupo una caja de cartón, papel de aluminio, envoltorio de plástico, cartulina negra, cinta adhesiva, tijeras y un termómetro. Explicar que utilizarán estos materiales para diseñar y construir su propio horno solar que pueda cocinar un s'more (un sándwich de nubes y chocolate entre dos galletas graham).

3. Guiar a los estudiantes a través del enfoque de Aprendizaje basado en el Diseño de la siguiente manera:

- ❖ Experimentar: Pedir a los alumnos que exploren los materiales y experimenten con distintas formas de utilizarlos para captar, reflejar y retener el calor del sol. Pedirles que observen cómo las diferentes formas, tamaños, colores y disposiciones afectan a la temperatura del interior de sus cajas. Pedirles también que intenten cocinar un s'more utilizando sus diseños iniciales y comprueben cuánto tarda en derretirse.
- ❖ Conceptualizar: Pedir a los alumnos que expliquen sus observaciones y descubrimientos utilizando conceptos y vocabulario científicos. Pedirles que discutan cómo se convierte la energía solar en energía térmica y cómo funcionan la transferencia de calor y el aislamiento. También tienen que comparar sus diseños con los ejemplos de hornos solares que han visto antes y que identifiquen similitudes y diferencias.
- ❖ Analizar: Pedir a los alumnos que evalúen sus diseños en función de criterios y limitaciones como el coste, la eficiencia, la seguridad y el impacto

medioambiental. Pedirles que piensen cómo pueden mejorar sus diseños utilizando menos materiales, aumentando la temperatura, reduciendo el tiempo de cocción o minimizando los residuos. También tienen que buscar otros ejemplos de hornos solares en Internet o en libros y ver cómo pueden aprender de ellos.

- ❖ Aplicación: Pedir a los alumnos que modifiquen sus diseños basándose en su análisis y en los comentarios de sus compañeros. Pedirles que construyan un nuevo prototipo de su horno solar utilizando los materiales proporcionados o cualquier otro material que puedan encontrar. Tienen que probar su nuevo diseño midiendo la temperatura del interior del horno cada 5 minutos con un termómetro y registrándola en una tabla o gráfico. También deben colocar un s'more dentro de su horno y observar cuánto tarda en derretirse.

Pedir a cada grupo que presente a la clase el diseño final de su horno solar y explique cómo funciona, cómo cumple los criterios y las limitaciones, y qué han aprendido del proceso. Pedirles también que compartan sus s'mores con la clase y ¡a disfrutar!!

## Referencjas

Belbase, S., Mainali, B. R., Kasemsukpipat, W., Tairab, H. H., Tan, T., & Jarrah, A. M. (2021b). At the dawn of science, technology, engineering, arts, and mathematics (STEAM) education: prospects, priorities, processes, and problems. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(11), 2919–2955. <https://doi.org/10.1080/0020739x.2021.1922943>

Bell, S. W. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 39–43. <https://doi.org/10.1080/00098650903505415>

Bertrand, M. G., & Namukasa, I. K. (2020). STEAM education: student learning and transferable skills. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 13(1), 43–56. <https://doi.org/10.1108/jrit-01-2020-0003>

Bertrand, M. G., & Namukasa, I. K. (2022). A pedagogical model for STEAM education. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*. <https://doi.org/10.1108/jrit-12-2021-0081>

Best 3D Printers for Schools & STEM Education. (2023) <https://www.3dsourced.com/3d-printers/3d-printer-for-schools-education-children/> (Accessed 29th of March, 2023)

Chung, C., Huang, S., Cheng, Y., & Lou, S. (2020). Using an iSTEAM project-based learning model for technology senior high school students: Design, development, and evaluation. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(2), 905–941. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09643-5>

Colucci-Gray, L., Burnard, P., Gray, D., & Cooke, C. (2019). A critical review of STEAM (science, technology, engineering, arts and mathematics). *Oxford Research Encyclopedia of Education*. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264093.013.398>

Culén, A. L., & Gasparini, A. (2019). *STEAM Education: Why Learn Design Thinking?* Springer EBooks, 91–108. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-2880-0\\_6](https://doi.org/10.1007/978-981-13-2880-0_6)

Danielian, J., Fugate, C.M., & Fogarty, E. (2018). *Teaching Gifted Children: Success Strategies for Teaching High-Ability Learners* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003238638>

Ezyschooling, *STEAM Learning & Design Thinking: The 2 Sides of the 21st Century Skills Coin*. <https://ezyschooling.com/parenting/expert/steam-learning-design-thinking> (Accessed 30th of March, 2023)

Forbes Contributors - Why Hands-On Training Is The Key To Maximizing Job Success  
<https://www.forbes.com/sites/ellevate/2021/10/07/why-hands-on-training-is-the-key-to-maximizing-job-success/> (Accessed 30th of March, 2023)

Gieras, J. (2022). Using STEAM Activities Across the Curriculum to Boost Engagement. Edutopia. <https://www.edutopia.org/article/using-steam-activities-across-curriculum-boost-engagement>

Henriksen, D., Mehta, R., & Mehta, S. (2019). Design thinking gives STEAM to teaching: A framework that breaks disciplinary boundaries. In M. Khine & S. Areepattamannil (Eds.), STEAM education: Theory and practice (pp. 65–83). Springer.

Holbrook, J., Rannikmäe, M., & Soobard, R. (2020). STEAM education: A transdisciplinary teaching and learning approach. In M. Khine & S. Areepattamannil (Eds.), STEAM education: Theory and practice (pp. 465–484). Springer.

How to create hands-on and experiential activities -  
<https://teachingresources.stanford.edu/resources/how-to-create-hands-on-and-experiential-activities/> (Accessed 30th of March, 2023)

Kalantzis, M., & Cope, B. (2005). Language education and multiliteracies. In J. Cummins & C. Davison (Eds.), Encyclopedia of language and education (pp. 195-211). Springer.

Khine, M., & Areepattamannil, S. (Eds.). (2019). STEAM education: Theory and practice. Springer.

Kolodner, J. L., Dorn, B., Thomas, J.O., & Guzdial, M. (2004). Theory and practice of case-based learning aids. In Cambridge handbook of the learning sciences (pp. 779-797). Cambridge University Press. Online website

Konkus, O., & Topsakal, U. (2022). The Effects of STEAM-Based Activities on Gifted Students' STEAM Attitudes, Cooperative Working Skills and Career Choices. Journal of Science Learning, 5(3), 398-410. DOI: 10.17509/jsl.v5i3.46215.

Li, Y., Schoenfeld, A. H., diSessa, A. A., Graesser, A. C., Benson, L., English, L. D., & Duschl, R. A. (2019b). Design and Design Thinking in STEM Education. Journal for STEM Education Research, 2(2), 93–104. <https://doi.org/10.1007/s41979-019-00020-z>

Liao, C., Chang, C., Cheng, Y., & Lin, C. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. Thinking Skills and Creativity, 31, 31-43. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>

Lugthart, S., & van Dartel, M. (2021). Simulating professional practice in STEAM education: A case study. *European Journal of STEM Education*, 6 (1), 17. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/11393>

Mejias, S., Becker-Klein, R., & Osborne-Gowey, J. (2021). The trouble with STEAM and why we use it anyway. *Science Education*, 105 (2), 281–307. <https://doi.org/10.1002/sce.21605>

Ministry of Education of New Zealand - STEM/STEAM | Future-focused learning | Teaching - <https://elearning.tki.org.nz/Teaching/Future-focused-learning/STEM-STEAM> (Accessed 30th of March, 2023)

Morrin, A.M., & Liston, M. (2020). Engaging children with authentic STEAM learning experiences through design-based approaches. *Connected Science Learning*, 2(4).

New London Group. (1996). A pedagogy of multiliteracies: Designing social futures. *Harvard Educational Review*, 66(1), 60-92.

O'Grady-Jones, M., & Grant, M. M. (2023b). Ready Coder One: Collaborative Game Design-Based Learning on Gifted Fourth Graders' 21st Century Skills. *Gifted Child Today*, 46(2), 84–107. <https://doi.org/10.1177/10762175221149259>

PCS Edventures. (2023). 6 Tips to Integrate STEAM in Your Learning Environment. <https://edventures.com/blogs/stempower/6-tips-to-incorporate-steam-in-your-learning-environment> (Accessed 15th of June, 2023)

Perales, F. J., & Aróstegui, J. L. (2021). The STEAM approach: Implementation and educational, social and economic consequences. *Arts Education Policy Review*, 1-11. <https://doi.org/10.1080/10632913.2021.1974997><https://www.scribbr.com/category/apa-style/>

Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31-43. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>

Piila, E., Salmi, H., & Thuneberg, H. (2021). Steam-learning to mars: Students' ideas of space research. *Education Sciences*, 11(3), 122.

Quigley, C., Herro, D., King, E., & Plank, H. (2020b). STEAM Designed and Enacted: Understanding the Process of Design and Implementation of STEAM Curriculum in an Elementary School. *Journal of Science Education and Technology*, 29(4), 499–518. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09832-w>

Reis, S. M., Renzulli, S. J., & Renzulli, J. S. (2021). Enrichment and Gifted Education Pedagogy to Develop Talents, Gifts, and Creative Productivity. *Education Sciences*, 11(10), 615. <https://doi.org/10.3390/educsci11100615>

Ryu, J., Lee, Y., Kim, Y., Goundar, P., Lee, J., Jung, J.Y. (2021). STEAM in Gifted Education in Korea. In: Smith, S.R. (eds) *Handbook of Giftedness and Talent Development in the Asia-Pacific*. Springer International Handbooks of Education. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-3041-4\\_35](https://doi.org/10.1007/978-981-13-3041-4_35)

Staff, T. (2019). New Skills: 4 Benefits of STEAM Education. TeachThought. <https://www.teachthought.com/technology/benefits-of-steam-education/> (Accessed 15th of June, 2023)

Summer Institute for the Gifted (2019) - <https://www.giftedstudy.org/blog/4-ways-steam-challenges-the-gifted-learner> (Accessed 29th of March, 2023)

Taber, K. S., Sumida, M., & McClure, L. (2017). Teaching Gifted Learners in STEM Subjects: Developing Talent in Science, Technology, Engineering and Mathematics. Taylor & Francis. Chapter in Books

The STEAM Stars Project: Supporting gifted pupils using STEAM - <https://www.coventry.ac.uk/research/about-us/research-events/2022/the-steam-stars-project-supporting-gifted-pupils-using-steam/> (Accessed 29th of March, 2023)

Tüzün, Ü. N., & Tüysüz, M. (2018). STEAM Education for Teachers of Gifted Students. *Turkish Journal of Giftedness and Education*, 8(1), 16–32.

Ulger, B. B. & Çepni, S. (2020). Gifted education and STEM: A Thematic Review. *Journal of Turkish Science Education*, 17 (3), 443–466.

Wilson, H. R. (2018b). Integrating the Arts and STEM for Gifted Learners. *Roeper Review*, 40(2), 108–120. <https://doi.org/10.1080/02783193.2018.1434712>

Yakman, G. (2008). STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education. ResearchGate.

# 5 ¿Qué es la Realidad Aumentada? El uso de aplicaciones de RA en actividades de aprendizaje

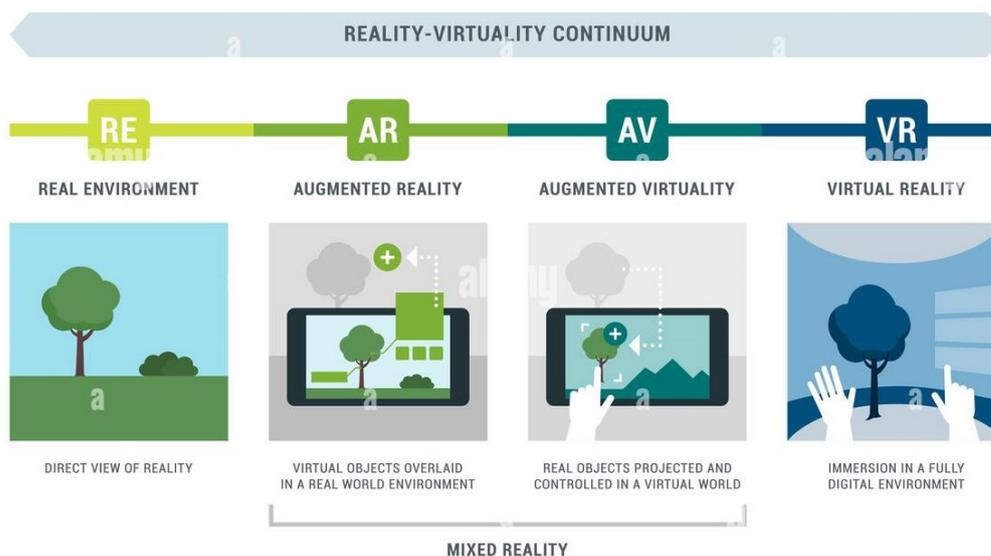
*Darlene Schrembi*

## **Realidad Aumentada: Una introducción**

El objetivo de este capítulo es introducir a los lectores en la Realidad Mixta, centrándose especialmente en la Realidad Aumentada (en adelante RA). En este capítulo se explicará qué es la RA y cómo puede utilizarse en las disciplinas CTIAM. En este capítulo también se investigará el uso de la RA como herramienta de aprendizaje y de diseño. Después de esto, se explorará la RA a través de su uso en las disciplinas CTIAM y su valor en el fomento de la creatividad y la producción de escenarios de resolución de problemas. Por último, la herramienta de RA que se utilizará en GIFTLED, ZAPPAR, se presentará a los lectores para que se familiaricen con ella, ya que se aplicará en una herramienta creada a través del proyecto GIFTLED.

## **Realidad Mixta**

Hoy en día, gracias a los avances tecnológicos, existen varias «realidades». La RA debe distinguirse de la Realidad Virtual (en adelante RV). La RV es una tecnología que crea un entorno totalmente digital en el que los seres humanos pueden interactuar (Berryman, 2012). La RA permite a los seres humanos combinar realidad e información digital (Berryman, 2012). Así pues, la principal diferencia entre la RA y la RV es que la RA combina el mundo real y el digital, mientras que la RV permite a los seres humanos interactuar en un escenario totalmente digital. Entre la RA y la RV, existe otro mundo virtual, llamado Virtualidad Aumentada. Esto permite a las personas controlar con objetos del mundo real un mundo virtual. En el proyecto GIFTLED se utilizará la RA, por lo que los alumnos superdotados podrán ver objetos virtuales superpuestos en el entorno del mundo real. La siguiente imagen muestra la distinción entre las distintas realidades.



alamy

Image ID: 2ATDY60  
www.alamy.com

Imagen 5.1. Esquema que muestra diferentes tipos de realidades (Fuente: Alamy, 2023)

## 1. ¿Qué es la Realidad Aumentada?

Como se ha explicado en el apartado anterior, la RA es una tecnología que combina información digital con nuestro mundo real y nos permite interactuar con él (Berryman, 2012). La RA es una tecnología que superpone información u objetos digitales al mundo real, creando una experiencia de realidad mixta que mezcla entornos virtuales y físicos. Esto se hace para mejorar la experiencia del usuario (Berryman, 2012). En pocas palabras, la RA es un medio interactivo con el que se relacionan los seres humanos (Craig, 2013). Los seres humanos interactuamos con la RA porque apela a nuestros sentidos (como la visión y el sonido) (Craig, 2013). La realidad aumentada puede aplicarse en diversos ámbitos, como la educación, la medicina, la moda, los museos, el marketing y el entretenimiento (Berryman, 2012; Craig, 2013). Esta tecnología tiene el potencial de revolucionar la forma en que aprendemos, trabajamos e interactuamos con el mundo que nos rodea. En particular, la RA tiene muchas aplicaciones en las disciplinas CTIAM (ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas), donde puede utilizarse para mejorar el aprendizaje y la comprensión de conceptos complejos.



Imagen 5.2. Hombre con gafas inteligentes (Fuente: Unsplash, 2023)

## 2. Origen de la Realidad Aumentada y uso de su actual

La RA fue desarrollada por primera vez por las Fuerzas Aéreas de Estados Unidos a principios de la década de 1990 (Boudreau, 2021). El primer uso de la RA consistió en unos auriculares aparatosos, pero hoy en día se ha desarrollado en aplicaciones para teléfonos móviles y ha crecido en popularidad (Boudreau, 2021). Un ejemplo del uso de la RA es en los juegos. En 2016, Pokémon GO se convirtió en un juego popular que utiliza la RA en todo el mundo (Boudreau, 2021). Este juego consiste en «atrapar» Pokémon. Esta aplicación utiliza la RA, ya que se pueden ver los Pokémon en el mundo real mientras se juega. Además, otra aplicación móvil que utiliza RA es Snapchat. Snapchat ofrece lentes atractivas e interactivas para los usuarios. Dadoo y Youn (2021) realizaron un estudio para comprender mejor las motivaciones de los consumidores para utilizar Snapchat y su investigación reveló que los consumidores utilizan Snapchat y sus funciones de RA por entretenimiento, estética, singularidad, curiosidad, afición a las marcas e interacción social.



Imagen 5.3. Aplicación Pokémon GO (Fuente: Unsplash, 2023)

Aparte del uso en aplicaciones móviles como Snapchat y Pokémon GO, la RA puede hacer que el aprendizaje sea más atractivo e interactivo, lo que puede ayudar a los alumnos a mantenerse motivados e interesados en la materia. Esto es especialmente importante en las disciplinas CTIAM, que pueden ser complejas y difíciles de aprender. Esto ayuda a los estudiantes a comprometerse con el tema en cuestión de una manera más interactiva, en lugar del entorno tradicional del aula.

### **3. Realidad Aumentada en las disciplinas CTIAM y en CTIAM**

#### **2.1. Ciencia**

La RA puede utilizarse para dar vida a conceptos científicos complejos, haciéndolos más atractivos y accesibles para los alumnos (Papagiannis, 2017). Por ejemplo, la RA puede utilizarse para crear modelos 3D interactivos de fenómenos científicos, como el sistema solar, el cuerpo humano o las reacciones químicas. Los alumnos pueden explorar estos modelos en tiempo real, ampliándolos y reduciéndolos, y girándolos para comprender mejor los conceptos (Wu et al, 2013)

La RA también puede utilizarse para simular experimentos científicos, proporcionando a los alumnos una forma segura y económica de realizar experimentos sin necesidad de equipos caros. Por ejemplo, puede utilizarse para simular reacciones químicas, permitiendo a los alumnos observar los cambios en tiempo real y comprender los principios subyacentes. Los temas científicos pueden experimentarse a través de la RA en las tres primeras etapas del enfoque de aprendizaje por diseño, es decir, experimentando, conceptualizando y analizando.

#### **2.2. Tecnología**

La RA puede utilizarse para mejorar la experiencia de aprendizaje en disciplinas tecnológicas, como la informática, la tecnología de la información y la ingeniería. Por ejemplo, puede utilizarse para crear tutoriales interactivos que guíen a los alumnos a través de conceptos complejos de programación, como estructuras de datos, algoritmos y programación orientada a objetos.

La RA también puede utilizarse para simular diseños de ingeniería, permitiendo a los alumnos visualizar y probar diferentes conceptos de diseño en un entorno virtual. Esto puede ayudar a los alumnos a identificar posibles fallos de diseño y optimizar sus diseños antes de crear prototipos y probarlos en el mundo real (Krokos et al, 2013). Gracias a la RA, los alumnos

superdotados pueden experimentar la tecnología de una forma más práctica. Esto también les permitirá comprender mejor cómo funciona.

### 2.3. Ingeniería

La RA puede utilizarse para mejorar la experiencia de aprendizaje en disciplinas de ingeniería, como la ingeniería mecánica, civil y eléctrica. Por ejemplo, puede usarse para crear modelos 3D interactivos de diseños de ingeniería, como edificios, puentes y máquinas. Los alumnos pueden explorar estos modelos en tiempo real, ampliándolos, reduciéndolos y girándolos para comprender mejor los conceptos (De Jong et al, 2013).

La RA también puede utilizarse para simular diseños de ingeniería, lo que permite a los alumnos visualizar y probar diferentes conceptos de diseño en un entorno virtual. Esto puede ayudar a los estudiantes a identificar posibles fallos de diseño y optimizar estos antes de crear prototipos y realizar pruebas en el mundo real (De Jong et al, 2013). Aquí la RA también se puede aplicar para que los estudiantes aprendan sobre ingeniería en el enfoque de aprendizaje por diseño, ya que la RA ayuda a los estudiantes a observar, comprender y probar los mecanismos de ingeniería.

### 2.4. Artes

La RA puede utilizarse para mejorar la experiencia de aprendizaje en disciplinas artísticas como el diseño gráfico, la animación y el cine. Por ejemplo, puede usarse para crear modelos interactivos en 3D de instalaciones artísticas, lo que permite a los alumnos explorar las instalaciones en tiempo real y desde distintas perspectivas.

La RA también puede utilizarse para crear experiencias narrativas inmersivas, en las que los alumnos pueden interactuar con personajes y objetos virtuales para explorar distintas narrativas. Esto puede ser especialmente útil para enseñar técnicas de narración, como el desarrollo de la trama, el desarrollo de los personajes y el diálogo. La RA permite que los alumnos experimenten diferentes campos artísticos y amplíen sus conocimientos en disciplinas artísticas. Además, los alumnos más dotados pueden criticar el arte mediante el uso de la RA.

### 2.5. Matemáticas

La RA puede utilizarse para mejorar la experiencia de aprendizaje en disciplinas matemáticas como la geometría, el álgebra y el cálculo. Por ejemplo, puede utilizarse para

crear modelos 3D interactivos de formas geométricas, permitiendo a los alumnos explorar las propiedades de estas formas en tiempo real (Liarokapis et al, 2014).

La RA también puede utilizarse para visualizar conceptos matemáticos, como funciones, ecuaciones y gráficos, de una forma más intuitiva (Liarokapis et al, 2014). Por ejemplo, los alumnos pueden utilizar la RA para superponer gráficos a objetos del mundo real, como edificios o paisajes, para comprender mejor la relación entre el gráfico y el mundo real. Las disciplinas matemáticas pueden experimentarse a través de la RA para ayudar a los alumnos en las visualizaciones y en la construcción del conocimiento.

### 3. Uso de la RA para fomentar la creatividad

La RA puede utilizarse de diversas maneras para fomentar la creatividad, ya que permite a los usuarios interactuar con objetos y entornos virtuales de formas nuevas e innovadoras. La RA puede ayudar a inspirar y dar rienda suelta a la creatividad en diversos contextos. Algunas de las formas son el diseño y la visualización, la narración interactiva, la creación de arte virtual, el aprendizaje experimental y el marketing y la publicidad innovadores.

La RA puede utilizarse para crear modelos 3D de productos y visualizar cómo se verían y funcionarían en el mundo real. Esto puede ayudar a los diseñadores a iterar sobre sus diseños y a probar diferentes configuraciones antes de crear prototipos físicos (Gauthier et al, 2018; Sönmez & Akin, 2019) Esto es útil en asignaturas y disciplinas que implican el proceso de diseño y prueba. Por ejemplo, se puede utilizar en ingeniería, ya que permite a los estudiantes interactuar y visualizar con el producto que quieren crear.

Otro ejemplo del uso de la RA es cuando se utiliza para crear historias interactivas e inmersivas, lo que permite a los usuarios formar parte de la narración y comprometerse con la historia de nuevas maneras. Por ejemplo, puede utilizarse para dar vida a personajes y entornos, creando una experiencia narrativa más atractiva y memorable (Hillier et al, 2018; Shirazi & Schmidt, 2019). La RA también se puede usar para crear obras de arte virtuales que sean interactivas y respondan al entorno. Esto permite a los artistas explorar nuevos medios y ampliar los límites de lo que es posible con las formas artísticas tradicionales (Bell et al, 2018; Doering & Großmann, 2019). La RA puede ser útil para diferentes disciplinas artísticas y da la oportunidad de utilizar nuevos medios. (Doering & Großmann, 2019).

La RA puede utilizarse para crear entornos virtuales que permitan a los usuarios aprender haciendo, por lo que potencia el aprendizaje experimental. Esto puede ayudar a fomentar la creatividad al permitir a los usuarios explorar y experimentar con diferentes conceptos en un entorno seguro y controlado (Sjölie & Sjölie, 2019; Fidan & Kursun, 2019). Esto se puede aplicar principalmente en los campos científicos y de ingeniería, donde ciertas

pruebas pueden ser de peligro para los estudiantes, pero el uso de la RA en estos casos no plantea los peligros en los entornos reales (Fidan & Kursun, 2019).

La RA también puede utilizarse para mejorar las campañas de marketing y publicidad, permitiendo a los usuarios interactuar con productos y servicios de formas nuevas e innovadoras. Esto puede ayudar a captar la atención de los usuarios y a crear experiencias memorables que fomenten la creatividad (Molinillo et al, 2020; Han & Stoel, 2018).

#### 4. Uso de la RA en escenarios de resolución de problemas

La RA puede ser una poderosa herramienta para ofrecer soluciones a problemas, al permitir a los usuarios visualizar e interactuar con datos e información de formas nuevas e innovadoras. Esto es muy útil en la educación CTIAM, ya que da la oportunidad a los estudiantes de aprender de una manera más interactiva. La realidad aumentada se puede utilizar en diferentes escenarios de resolución de problemas, como la mejora de la visualización de datos, la colaboración a distancia, el mantenimiento y la reparación, la mejora de la formación y la educación, y la computación espacial.

La RA puede utilizarse para crear representaciones visuales de los datos más interactivas y atractivas que los diagramas y gráficos tradicionales. Esto puede ayudar a los usuarios a comprender mejor conjuntos de datos complejos y a identificar patrones y tendencias que podrían no ser inmediatamente evidentes en una representación 2D (Tang & Owen, 2017; Lee et al, 2020). Así pues, la RA puede contribuir a mejorar la visualización de datos para ayudar a los alumnos a comprender el material de una forma más visual. Esto puede ser especialmente útil en ciencias y matemáticas.

La RA permite y mejora la colaboración a distancia en los equipos. Esto se debe a que la RA se puede utilizar para crear espacios de reunión virtuales que permitan a los equipos colaborar y resolver problemas en tiempo real, incluso si se encuentran en diferentes partes del mundo. Esto puede ayudar a reducir los costes de desplazamiento y a aumentar la eficiencia al permitir que los equipos trabajen juntos de forma más eficaz (Raento et al, 2009; Xu et al, 2019).

La RA puede utilizarse para proporcionar información y orientación en tiempo real a técnicos y trabajadores de mantenimiento, permitiéndoles identificar y resolver rápidamente problemas sobre el terreno. Por ejemplo, puede usarse para superponer instrucciones y diagramas en los equipos, facilitando a los trabajadores la realización de reparaciones y tareas de mantenimiento (Lei & Wu 2019; Bujak et al., 2021). Esto resulta eficiente para ingenieros y estudiantes de ingeniería, ya que esta RA les ayuda a resolver problemas de una forma más visual y guiada.

La RA puede utilizarse para crear programas educativos y de formación interactivos y envolventes que permitan a los usuarios practicar habilidades de resolución de problemas en un entorno seguro y controlado. Esto puede ayudar a preparar a los usuarios para escenarios de resolución de problemas en el mundo real y a generar confianza y competencia en sus habilidades (Wang et al, 2017; Sadi et al 2020). Esta formación y educación pueden aplicarse en diferentes campos, como la ingeniería, los laboratorios científicos o la construcción. Estos entornos pueden ser peligrosos, especialmente para los estudiantes que aún están aprendiendo la disciplina. De este modo, mediante el uso de la RA, pueden sumergirse y aprender a través del escenario creado por la RA (Wang et al, 2017; SADI et al. 2020).

La RA tiene varias ventajas. Profesores y alumnos pueden utilizar la RA por sus cualidades interactivas y de resolución de problemas. La creación de una simulación de RA resultó atractiva para los alumnos. Esto se observó especialmente entre los estudiantes con problemas de comportamiento y académicos (Dunleavy et al, 2009). Sin embargo, aunque el uso de la RA proporcionó un escenario de clase diferente con un valor añadido, también presentó nuevos retos de gestión, tecnológicos y cognitivos para la enseñanza y el aprendizaje (Dunleavy et al, 2009).

## Zappar

En el proyecto GIFTLED, Zappar será la RA utilizada en los resultados del proyecto. ZAPPAR se fundó en 2011 en la Universidad de Cambridge. Es una de las principales empresas de RA y ha realizado más de 1000 proyectos. Ofrece una combinación de soluciones de *software* y *hardware*, así como un estudio creativo. Sus servicios incluyen consultoría para ayudar a las empresas a desarrollar estrategias completas de RA. Además, Zappar proporciona a sus clientes el *hardware* y las herramientas necesarias para utilizar la realidad aumentada. Ofrece productos y servicios adaptados a las necesidades de distintos casos, objetivos y contextos. Algunos de los sectores a los que Zappar atiende son el comercio minorista, el marketing, el aprendizaje y el desarrollo, los eventos, las visitas guiadas y las atracciones, entre otros.

## 5. Uso de la RA en el enfoque de Aprendizaje basado en el Diseño

Como has leído en el Capítulo 1, el enfoque de aprendizaje basado en el diseño consta de cuatro pasos. Este enfoque transforma los entornos de aprendizaje para los estudiantes (Kalantzis & Cope, 2014). El aprendizaje por diseño se apoya en las tecnologías digitales, incluida la RA. De este modo, crea una forma más eficaz de aprender en un mundo cambiante (Kalantzis & Cope, 2014). En el método GIFTLED, la RA se aplicará en los tres primeros pasos, mientras que las herramientas de diseño digital se aplicarán en el cuarto paso. En esta sección, nos centraremos en cómo se puede aplicar la RA en los tres primeros pasos del Método de Aprendizaje basado en el Diseño.

## **1) Práctica Situada (Experimentación)**

Como se explica en el capítulo 1, en una práctica situada, los alumnos participan en un proceso de conocimiento a través del cual tienen lugar la experiencia personal, el compromiso concreto y la exposición a pruebas, hechos y datos. Aquí, los participantes se involucran en experiencias conocidas y desconocidas. Con el uso de la RA, los alumnos superdotados aprenderán sobre las materias CTIAM utilizando algo más que los métodos tradicionales de aprendizaje gracias a esta tecnología. La RA puede aumentar los libros de texto o los materiales de aprendizaje, convirtiendo imágenes estáticas en elementos interactivos. Los alumnos pueden escanear imágenes específicas con dispositivos dotados de RA para acceder a información adicional, modelos 3D, vídeos o cuestionarios interactivos relacionados con el contenido. Los profesores pueden utilizar la RA para mejorar sus clases presentando ayudas visuales, diagramas interactivos o ejemplos de la vida real que refuercen la comprensión conceptual del tema. Además, los juegos de realidad aumentada pueden diseñarse para alinearse con los objetivos educativos. Al incorporar elementos de juego a la enseñanza, los estudiantes pueden estar más motivados para participar de forma activa y persistente. La RA puede utilizarse en cualquiera de las disciplinas CTIAM. Por ejemplo, en el aprendizaje de las ciencias, los alumnos pueden utilizar la RA para aprender sobre huesos, órganos y otros temas. Esto significa que los diagramas que se ven en las fotografías ahora se pueden visualizar a través de la RA. Esto despertará más interés en los alumnos, ya que pueden utilizar este tipo de herramientas que hacen visualizaciones en el mundo real. Esto facilita enormemente el aprendizaje de las disciplinas CTIAM.

## **2) Instrucción abierta (conceptualización)**

Aquí, los alumnos conceptualizan conocimientos abstractos y teóricos desconocidos. En este caso, el papel de los profesores consiste en realizar actividades que ayuden a los alumnos a utilizar los conocimientos que ya poseen y a construir nuevas concepciones. Hay varias maneras de lograr la conceptualización. La RA puede ser una herramienta valiosa para implicar a los estudiantes y facilitar la conceptualización. La RA puede servir para crear simulaciones interactivas de escenarios, entornos o procesos del mundo real. Los estudiantes pueden explorar e interactuar con estos elementos virtuales, lo que les permite adquirir experiencia práctica y desarrollar habilidades de resolución de problemas en un entorno seguro y controlado. De este modo, el alumno estaría adquiriendo más conocimientos sobre un concepto, logrando así conceptualizarlo. Además, la RA puede usarse para visualizar conceptos abstractos o complejos que son difíciles de entender por medios tradicionales. Por ejemplo, podría representar modelos científicos complejos, acontecimientos históricos o

estructuras matemáticas, lo que permitiría a los alumnos captar las ideas de forma más intuitiva.

### **3) Encuadre crítico (análisis)**

Para realizar correctamente el encuadre crítico, los alumnos deben formular preguntas sobre el elemento que están analizando, como su función, su funcionamiento y cuestiones similares. Además, deben preguntarse por su objetivo. En esta fase del enfoque, los alumnos deben desarrollar habilidades de aprendizaje independiente que aplicarán en proyectos, tareas, etc. Por ejemplo, la RA puede presentar modelos tridimensionales de conceptos abstractos, permitiendo a los alumnos verlos e interactuar con ellos desde distintos ángulos. Por ejemplo, en física, los alumnos pueden visualizar estructuras complejas o modelos atómicos en 3D, lo que proporciona una comprensión más tangible de principios abstractos. En química, los alumnos pueden observar reacciones moleculares en tiempo real, lo que facilita la comprensión de los cambios e interacciones entre elementos.

## Referencias

- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34-47.
- Bell, D., Droumeva, M., & Hui, A. (2018). Augmenting art: A conceptual model for integrating augmented reality into art therapy. *Arts in Psychotherapy*, 59, 65-75.
- Berryman, D. R. (2012). Augmented Reality: A Review. *Medical Reference Services Quarterly*, 31(2), 212–218. <https://doi.org/10.1080/02763869.2012.670604>
- Boudreau, S. (2021, November 26). A Beginner's Guide to Augmented Reality in the Classroom. <https://www.visiblebody.com/>. Retrieved March 3, 2023, from <https://www.visiblebody.com/blog/a-beginners-guide-to-augmented-reality-in-the-classroom>
- Bujak, K. R., Radkowski, R., & Kurczyński, M. (2021). A review of augmented reality systems for supporting maintenance tasks. *IEEE Access*, 9, 23853-23870.
- Cai, S., & Zhao, Y. (2018). Augmented reality applications in science, technology, engineering and mathematics (STEM) education: A systematic review. *Educational Research Review*, 24, 306-321.
- Chang, H.-Y., & Chen, C.-C. (2021). Exploring the effectiveness of using augmented reality to enhance science learning for middle school students: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 33, 100379.
- Craig, A. B. (2013). *Understanding Augmented Reality: Concepts and Applications*. Newnes.
- De Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305-308.
- Dodoo, N. A., & Youn, S. (2021). Snapping and chatting away: Consumer motivations for and outcomes of interacting with Snapchat AR ad lens. *Telematics and Informatics*, 57, 101514. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2020.101514>
- Doering, N., & Großmann, R. (2019). Virtual and augmented reality as a new medium for artistic expression. *Universal Access in the Information Society*, 18(1), 133-145.
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7-22.
- Feiner, S. (2002). Augmented Reality: A New Way of Seeing. *Scientific American*, 286(4)

48–55. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0402-48>

Fidan, M., & Kursun, E. (2019). The impact of augmented reality applications on creative thinking skills and attitudes towards science courses. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35(1), 90-101.

Gauthier, P., Tugault-Lafleur, C. N., & Saint-Pierre, C. (2018). An augmented reality tool for design and prototyping of interactive objects. *International Journal of Design*, 12(3), 29-42.

Han, S., & Stoel, L. (2018). The effects of augmented reality on sensory marketing: A conceptual framework. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 45, 129-138.

Hillier, J., Loeffler, D., & Lehtiniemi, A. (2018). The potential of augmented reality for experiential learning through simulation and storytelling in the heritage sector. *Journal of the British Society of Phenomenology*, 49(3), 259-269.

Kalantzis, M., & Cope, B. (2014, June 1). *Learning by Design*.

Krokos, E., Plaisant, C., & Varshney, A. (2013). Evaluating the effectiveness of augmented reality for teaching 3D concepts in computer science. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 19(4), 657-667.

Lee, S., Lee, S., Lee, G., Lee, J., & Kim, H. (2020). Augmented reality-based visualization for big data analytics: A review. *Information Sciences*, 523, 187-202.

Lei, Y., & Wu, F. (2019). Augmented reality for maintenance and repair: A systematic literature review. *Computers in Industry*, 111, 11-25.

Liarokapis, F., Mourkoussis, N., White, M., & Petridis, P. (2014). An augmented reality interface for teaching mathematics. *Computers & Education*, 73, 70-82.

Molinillo, S., Anaya-Sánchez, R., & López-Guerrero, A. (2020). The effects of augmented reality on consumer purchase decision-making: A review. *Journal of Business Research*, 109, 266-276.

Papagiannis, H. (2017). *Augmented Human: How technology is shaping the new reality*. O'Reilly Media.

Raento, M., Oulasvirta, A., & Eagle, N. (2009). Smartphones: An emerging tool for social scientists. *Sociological Methods & Research*, 37(3), 426-454.

Sadi, M. S., Thwaites, H., & Papadopoulos, Y. (2020). A systematic review of augmented reality in education: Advantages and applications. *Educational Research Review*, 30, 100326.

Shirazi, A. S., & Schmidt, A. (2019). Interactive storytelling using augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 39(2), 40-48.

Sjölie, D., Karlgren, K., & Sjölie, A. K. (2019). Augmented reality as a tool for experiential learning: A literature review. *Educational Technology Research and Development*, 67(5), 1145-1172.

Sönmez, Ö. F., & Akın, Ö. B. (2019). Exploring the use of augmented reality in product design and development. *International Journal of Design Creativity and Innovation*, 7(4), 246-259.

Tang, A., & Owen, C. B. (2017). Augmented reality for data visualization: A review. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 23(5), 1636-1651.

Wang, X., Dunston, P. S., & Bai, J. (2017). Augmented reality in education and training. *TechTrends*, 61(6), 559-568.

Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y., & Liang, J.-C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49.

Xu, W., Li, J., & Zhang, Z. (2019). Remote collaboration in virtual reality based on mixed reality. *Multimedia Tools and Applications*, 78(7), 8371-8388.

Zappar, n.d., <https://www.zappar.com/>

# 6 Herramientas y aplicaciones de diseño digital

*Begoña González & Uxue Arregui*

Las herramientas de diseño son aplicaciones de *software* o programas que ayudan a las personas a crear y gestionar todo tipo de contenidos (Kumar & Puranik, 2020): visuales, gráficos, texto, audio, etc. Incluyen una amplia gama de herramientas de *software*, desde editores gráficos como Canva, hasta herramientas de diseño de interfaces de usuario como SketchUp, e incluso herramientas de codificación como Code. Estas herramientas permiten crear, editar y manipular diversos elementos de diseño, como formas, líneas, colores, gráficos y tipografía.

Las herramientas de diseño digital también ofrecen funciones como la estratificación, la agrupación y la alineación para que los usuarios puedan gestionar fácilmente diseños complejos (Kumar & Puranik, 2020). Además, las herramientas de diseño a menudo vienen con plantillas prediseñadas, iconos y otros recursos que los usuarios pueden utilizar como punto de partida para acelerar su flujo de trabajo y sus creaciones.

Además, las herramientas y aplicaciones de diseño ofrecen varias ventajas funcionales que pueden ser beneficiosas en el ámbito educativo. Es importante señalar que los beneficios funcionales pueden variar en función de las herramientas específicas utilizadas y del contexto de su aplicación, pero los beneficios generales son los siguientes:

- ❖ **Aprendizaje diferenciado:** Las herramientas de diseño permiten a los alumnos superdotados explorar conceptos complejos y temas avanzados a su propio ritmo, proporcionando oportunidades para experiencias de aprendizaje diferenciadas.
- ❖ **Profundidad y complejidad:** Las herramientas de diseño animan a los alumnos superdotados a profundizar en problemas y retos complejos y profundos, fomentando su capacidad para pensar de forma crítica y considerar múltiples perspectivas.
- ❖ **Aprendizaje autónomo:** Las herramientas de diseño capacitan a los alumnos superdotados para apropiarse de su aprendizaje, proporcionándoles las herramientas y los recursos necesarios para llevar a cabo proyectos autodirigidos y explorar sus intereses.
- ❖ **Enriquecimiento y ampliación:** Las herramientas de diseño ofrecen oportunidades de enriquecimiento y ampliación del plan de estudios, permitiendo a los alumnos superdotados profundizar en temas avanzados más allá de los contenidos habituales del aula.

- ❖ **Expresión creativa:** Las herramientas de diseño ofrecen a los alumnos superdotados una plataforma para expresar su creatividad y sus perspectivas únicas, permitiéndoles mostrar su talento y sus ideas a través de proyectos de diseño.

En general, las herramientas y aplicaciones de diseño digital desempeñan un papel crucial en el proceso de diseño, ya que permiten a las personas crear contenidos visuales sorprendentes para una amplia gama de aplicaciones, incluido el ámbito personal, académico y profesional (Kumar & Puranik, 2020). Por lo tanto, se han vuelto muy atractivas e interesantes para el sector educativo y pueden utilizarse para mejorar la comprensión y el atractivo de las lecciones en las escuelas y muchos otros tipos de educación (Blikstein & Worsley, 2016).

Por último, en cuanto al uso de herramientas de diseño digital en el marco de GIFTLED, estas herramientas se utilizarán en la cuarta fase pedagógica dentro del modelo propuesto por el proyecto (véase el capítulo 1 de este manual). En esta fase, los alumnos podrán llevar a la práctica sus conocimientos y comprensión de las situaciones del mundo real diseñando sus propios productos o materiales de aprendizaje de forma práctica, creativa y visual. Además, este enfoque propuesto por el modelo GIFTLED permitirá a los alumnos participar en la resolución de problemas, el diseño de productos, el diseño artístico y muchas otras actividades.

## **1. Posibles contribuciones de las herramientas de diseño en actividades de aprendizaje CTIAM**

Las herramientas de diseño pueden contribuir significativamente a las actividades de aprendizaje CTIAM (ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas) de diversas maneras (Blikstein y Worsley, 2016; Bull et al., 2008; Dorst, 2011; Edelson et al., 1999). Estas son algunas de las posibles aportaciones de las herramientas de diseño en las actividades de aprendizaje CTIAM:

De hecho, los profesores pueden utilizar estas herramientas para enseñar el contenido de diversas materias relacionadas con CTIAM. Esto puede hacer que los alumnos comprendan mejor el contenido y se sientan más interesados por la asignatura. Por lo tanto, estas herramientas de diseño digital pueden contribuir a las actividades de aprendizaje CTIAM de las siguientes maneras:

- ❖ **Fomentando la creatividad:** Las herramientas de diseño ayudan a los estudiantes a dar rienda suelta a su creatividad y a expresar sus ideas a través del diseño visual y gráfico. Ofrecen a los estudiantes la oportunidad de pensar más allá de las formas tradicionales de aprendizaje y explorar soluciones innovadoras a los problemas. Esto permite a los estudiantes explorar nuevas formas de pensar y desarrollar soluciones innovadoras a los problemas (Peppler & Kafai, 2009).

- ❖ Mejorando la comunicación visual: Las herramientas de diseño permiten a los estudiantes comunicar ideas complejas visualmente. Pueden crear infografías, visualizaciones de datos y diseños interactivos que ayuden a simplificar y explicar conceptos complejos.
- ❖ Fomentando de la experimentación: Las herramientas de diseño pueden proporcionar a los estudiantes experiencias prácticas de aprendizaje, que pueden ayudarles a desarrollar habilidades prácticas y profundizar en su comprensión de las materias CTIAM (Blikstein & Worsley, 2016).
- ❖ Facilitando el aprendizaje colaborativo: Las herramientas de diseño suelen estar en la nube, lo que significa que los estudiantes pueden colaborar en proyectos en tiempo real. Esto fomenta el trabajo en equipo, la comunicación y las habilidades de resolución de problemas. Esto puede conducir a un aprendizaje más profundo y a mejores resultados (Bull et al., 2008).
- ❖ Desarrollando habilidades técnicas: Las herramientas de diseño requieren habilidades técnicas como la comprensión de los principios del diseño, la teoría del color, la tipografía y la maquetación. Los estudiantes pueden desarrollar estas habilidades mediante el uso de herramientas de diseño, que pueden aplicarse en otras actividades CTIAM.
- ❖ Integrando Arte y Diseño con CTIM: Las herramientas de diseño permiten a los estudiantes aplicar los principios del arte y el diseño a las actividades CTIM. Pueden diseñar prototipos, desarrollar interfaces de usuario y crear visualizaciones que den vida a los conceptos CTIM.
- ❖ Fomentando el pensamiento crítico: Las herramientas de diseño pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de pensamiento crítico animándolos a analizar problemas, evaluar diferentes soluciones y tomar decisiones informadas (Edelson et al., 1999).

En conclusión, las herramientas y aplicaciones de diseño proporcionan una experiencia de aprendizaje dinámica y atractiva que fomenta el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad en la educación CTIAM. Además, estas herramientas de diseño digital son accesibles y fáciles de usar para el conjunto de las personas, además de gratuitas.

## 2. ¿Cómo pueden las herramientas de diseño aumentar el interés y la creatividad de los estudiantes superdotados?

El método pedagógico GIFTLED propone utilizar estrategias de diferenciación (véase el capítulo 3 de este manual) para proporcionar una instrucción y una educación eficaces. Este enfoque puede fomentarse mediante las herramientas de diseño digital que se proponen en este capítulo, ya que cada herramienta puede abordar las diversas necesidades de todos los

alumnos superdotados. De hecho, estas herramientas de diseño digital permiten a cada alumno aprender a su manera, ya que pueden generar su propio contenido que les resulte interesante y eficaz en su proceso de aprendizaje.

Estas herramientas permitirán involucrar a los alumnos superdotados de una forma más activa, diseñando actividades más adecuadas a su nivel de preparación y a sus preferencias de aprendizaje. De hecho, las herramientas de diseño digital permiten plantear retos a los alumnos a nivel individual en función de su preparación y capacidad, así como analizar el progreso de cada uno de ellos y evaluarlos. Por lo tanto, estas herramientas permiten mejorar las estrategias de diferenciación que el método GIFTLED pretende utilizar.

Además, teniendo en cuenta las estrategias de diferenciación, las herramientas de diseño pueden ser una herramienta eficaz para aumentar el interés y la creatividad de los alumnos superdotados, proporcionándoles una plataforma para expresar sus ideas y participar en el aprendizaje basado en proyectos (Naghshpour et al., 2018). A continuación, se presentan algunas formas en que las herramientas de diseño pueden ser particularmente eficaces para mejorar la experiencia de aprendizaje diferenciado de los alumnos superdotados:

- ❖ **Proporcionando una salida creativa:** Las herramientas de diseño ofrecen una amplia gama de opciones de diseño que pueden ayudar a los alumnos superdotados a explorar su creatividad. La flexibilidad de las herramientas de diseño permite a los alumnos superdotados crear sus propios diseños únicos, lo que puede resultar especialmente atractivo para aquellos con una mentalidad artística u orientada al diseño (Bekdemir y Kocak, 2017).
- ❖ **Fomentando el aprendizaje autodirigido:** Las herramientas de diseño permiten a los alumnos superdotados trabajar de forma independiente y tomar el control de su propio aprendizaje (Fiedler et al., 2017). Pueden experimentar con diferentes opciones de diseño, ajustar la configuración y explorar nuevas funciones sin necesidad de supervisión constante.
- ❖ **Ofreciendo aprendizaje basado en proyectos:** Las herramientas de diseño pueden facilitar el aprendizaje basado en proyectos, en el que los alumnos superdotados pueden aplicar sus habilidades y conocimientos a problemas del mundo real (Yoon y Scharber, 2016). Al trabajar en proyectos significativos, pueden desarrollar sus habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas mientras participan en una experiencia de aprendizaje desafiante y estimulante.
- ❖ **Brindando oportunidades de colaboración:** Las herramientas de diseño suelen estar en la nube, lo que significa que los alumnos superdotados pueden colaborar con otros en tiempo real (Lee y Cho, 2021). Esto puede fomentar un sentido de comunidad y alentar la interacción social, que puede ser particularmente importante para los alumnos superdotados que pueden sentirse aislados o desconectados de sus compañeros.

- ❖ Proporcionando valoraciones instantáneas: Las herramientas de diseño ofrecen valoraciones instantáneas, lo que puede ser particularmente útil para los alumnos superdotados que anhelan evaluación y validación inmediatas (Lohr & Friesen, 2020). La posibilidad de ver inmediatamente los resultados de su trabajo puede ser motivadora e inspiradora para los alumnos superdotados.

Por lo tanto, las herramientas de diseño pueden ser una poderosa herramienta para aumentar el interés y la creatividad de los alumnos superdotados, proporcionándoles una plataforma para explorar sus intereses, desarrollar sus habilidades y participar en experiencias de aprendizaje desafiantes y significativas.

### 3. Herramientas de diseño digital

En esta sección se presentarán las herramientas y aplicaciones de diseño digital que se proponen dentro del marco pedagógico de GIFTLED como herramientas útiles para promover la educación CTIAM de los alumnos superdotados. Para ello, en esta sección se propondrán dos herramientas de diseño digital relevantes dentro de cada disciplina CTIAM: 2 en ciencias, 2 en tecnología, 2 en ingeniería, 2 en arte y 2 en matemáticas. Para cada herramienta de diseño digital presentada, se encontrará una breve explicación de qué es, qué permite hacer cada plataforma y cómo pueden mejorar la educación CTIAM en la disciplina correspondiente para alumnos superdotados.

#### 3.1. Herramientas de diseño digital relacionadas con la ciencia

##### **PHET**

PhET, abreviatura de *Physics Education Technology*, es un conjunto de simulaciones interactivas desarrolladas por la Universidad de Colorado en Boulder. Estas simulaciones están diseñadas para ayudar a los estudiantes a aprender y explorar diversos términos científicos, principalmente en los campos de la física, la química, la biología, las ciencias de la tierra y las matemáticas. Las simulaciones PhET son gratuitas y las utilizan profesores, estudiantes y educadores de todo el mundo.

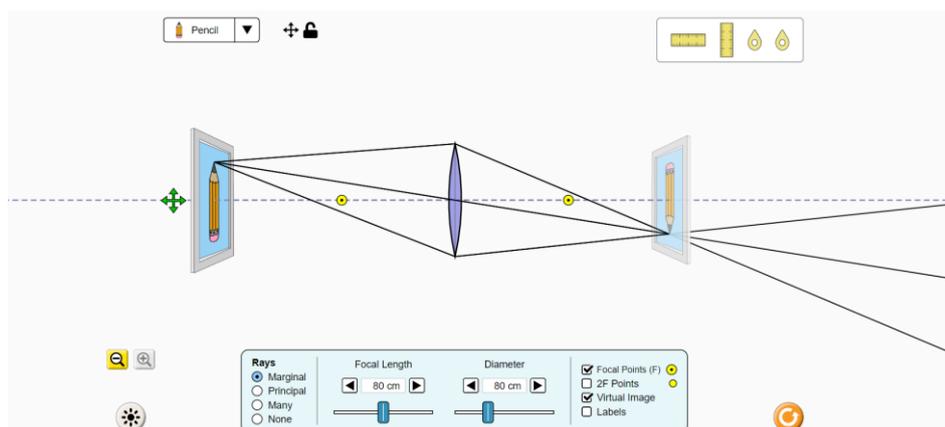
Las simulaciones PhET proporcionan una representación interactiva y visual de conceptos científicos, permitiendo a los estudiantes manipular variables, realizar experimentos y observar los resultados en un entorno virtual. El objetivo de PhET es mejorar la enseñanza de las ciencias proporcionando a los estudiantes una forma atractiva e interactiva de aprender conceptos científicos. De hecho, las simulaciones abarcan una amplia gama de temas, como la mecánica, las ondas, la electricidad, el magnetismo, la mecánica cuántica, la termodinámica, las interacciones moleculares y la selección natural, entre otros.

Esta una guía paso a paso sobre cómo utilizar PhET:

1. Acceder al sitio web de PhET: Visitar el sitio web oficial de PhET en <https://phet.colorado.edu/>. Este sitio web proporciona acceso gratuito a todas las simulaciones interactivas.
2. Elegir una simulación: Navegar por la lista de simulaciones disponibles o utilizar la barra de búsqueda para encontrar un tema específico a explorar. PhET ofrece una amplia gama de simulaciones que cubren temas como física, química, biología, matemáticas y mucho más.



3. Iniciar la simulación: Hacer clic en la simulación que se desee utilizar y se abrirá en una nueva ventana o pestaña. Asegúrate de que tienes un navegador web compatible y los *plugins* necesarios instalados, tal y como se especifica en la web de PhET.
4. Interactuar con la simulación: Una vez cargada la simulación, ya se puedes empezar a interactuar con ella. Dependiendo de la simulación, se puede tener control sobre variables, deslizadores, botones u otras herramientas. Hay que jugar con estos controles para observar los efectos y el comportamiento del sistema.



5. Aprender y experimentar: Mientras interactúas con la simulación, observa los cambios en tiempo real y prueba diferentes escenarios. Toma nota de las pautas, relaciones y principios científicos que se pongan de manifiesto. Las simulaciones PhET suelen ir acompañadas de instrucciones, preguntas o actividades sugeridas para guiar su

aprendizaje. Utiliza estos recursos para profundizar tu comprensión del concepto que se está demostrando.

Recuerda que las simulaciones PhET son herramientas interactivas y dinámicas que promueven el aprendizaje activo y el compromiso. Las simulaciones pueden utilizarse en la enseñanza, adaptando los pasos en función de las necesidades y capacidades específicas de los alumnos superdotados. Es esencial fomentar la exploración, la indagación y el pensamiento crítico, y promover un entorno de aprendizaje colaborativo y de apoyo.

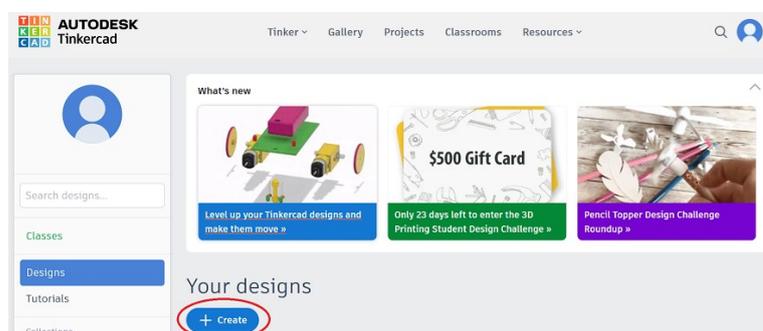
Enlace:  
<https://phet.colorado.edu/>

## TINKERCAD

*Tinkercad* es una herramienta de diseño y modelado 3D en línea que puede utilizarse para crear diseños digitales para impresión 3D, corte por láser o fresado CNC (Dudley, 2022). Es una herramienta gratuita, a la que se puede acceder a través de un navegador web y no requiere la instalación de ningún *software*. *Tinkercad* es muy fácil de usar, lo que la convierte en una herramienta excelente para profesores y alumnos que se inician en el modelado 3D. Gracias a su plataforma en línea, es accesible desde cualquier lugar con conexión a Internet, lo que la convierte en una herramienta ideal para estudiantes, aficionados y profesionales.

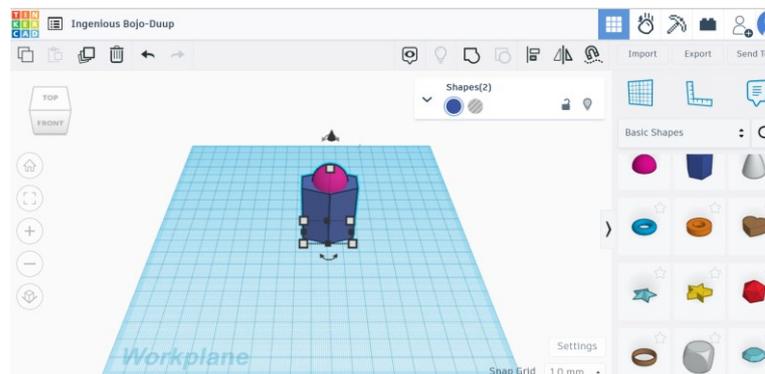
Estos son algunos pasos que los profesores pueden seguir para empezar a utilizar la *Tinkercad* en la educación CTIAM de los superdotados:

1. Cuando los profesores se conecten por primera vez a *Tinkercad*, verán el panel principal donde pueden acceder a diseños ya existentes o empezar uno nuevo. Para crear un nuevo diseño, hacer clic en el botón «Crear nuevo diseño».

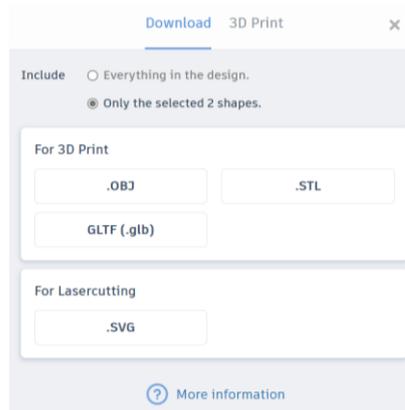


2. *Tinkercad* dispone de una amplia variedad de formas y objetos que puedes utilizar para crear tu diseño, a los que puedes acceder a través de la pestaña «Generador de formas». Los profesores también pueden importar diseños que hayan creado en otro *software* o encontrados online, y modificarlos en *Tinkercad*.

- Al crear o editar un diseño, los profesores pueden agrupar y desagrupar elementos, así como ajustar el tamaño, la posición y la rotación de los objetos arrastrándolos con el ratón o introduciendo valores específicos en el menú de propiedades de los objetos.



- Una vez finalizada la creación de un diseño, los profesores pueden exportarlo como un archivo STL, que puede ser utilizado para la impresión 3D u otros procesos de fabricación. A continuación, los profesores pueden compartir los diseños creados con otras personas, por ejemplo, con sus alumnos superdotados, publicándolos en la comunidad *Tinkercad* o enviándoles un enlace.



Esta plataforma de modelado 3D en línea puede utilizarse para introducir a los alumnos superdotados en diversos conceptos CTIAM. He aquí algunas formas en que los profesores pueden utilizar *Tinkercad* para la educación CTIAM de los superdotados:

- ❖ **Introducción al diseño en 3D:** *Tinkercad* permite a los alumnos superdotados crear y manipular objetos en 3D, lo que puede ayudarles a comprender conceptos de razonamiento espacial, geometría y física. Los alumnos pueden experimentar con formas, tamaños y ángulos, y comprender mejor cómo funcionan los modelos 3D.
- ❖ **Aprendizaje basado en proyectos:** *Tinkercad* ofrece a los alumnos superdotados la oportunidad de participar en el aprendizaje basado en proyectos, donde pueden aplicar sus habilidades y conocimientos a problemas del mundo real. Esto puede ayudar a los alumnos a desarrollar el pensamiento crítico y las habilidades de resolución de problemas mientras participan en una experiencia de aprendizaje desafiante y estimulante (Duran et al., 2018).

- ❖ Colaboración: *Tinkercad* es una plataforma basada en la nube que permite a los alumnos superdotados colaborar con otros en tiempo real. Esto puede fomentar un sentido de comunidad y fomentar la interacción social, que puede ser particularmente importante para los aquellos alumnos que pueden sentirse aislados o desconectados de sus compañeros (Kaufman, 2018).
- ❖ Programación y electrónica: *Tinkercad* también ofrece circuitos y módulos de codificación que permiten a los alumnos superdotados diseñar, simular y crear prototipos de circuitos y código. Esto puede ayudarles a aprender conceptos de electrónica y programación y aplicarlos en sus diseños (Duran et al., 2018).

Podemos concluir que, en general, *Tinkercad* es una gran herramienta para la educación CTIAM de alumnos superdotados, ya que ofrece una forma flexible, atractiva y accesible de introducir y explorar diversos conceptos CTIAM.

Enlace:

<https://www.tinkercad.com/>

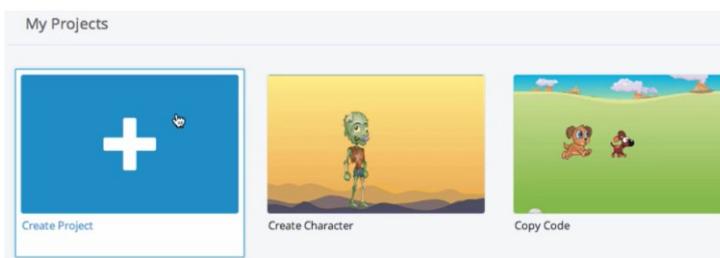
### 3.2. Herramientas de diseño digital relacionadas con la tecnología

#### ***TYNKER***

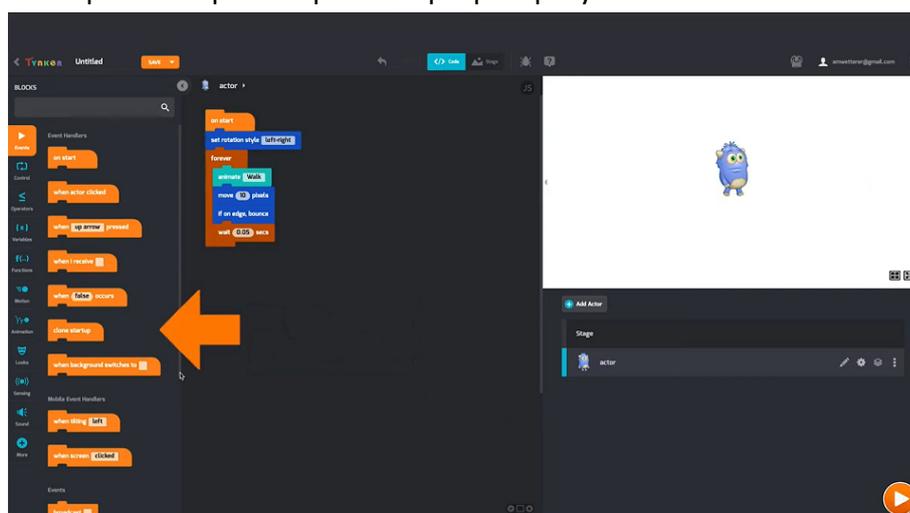
*Tynker* es una plataforma en línea que ofrece cursos de programación para niños, diseñados para introducir conceptos de programación y enseñar habilidades de programación de forma interactiva y atractiva. Ofrece actividades y proyectos basados en juegos para que los profesores enseñen conceptos de programación, aprendizaje basado en proyectos, herramientas de colaboración e integración CTIAM en sus cursos. *Tynker* hace que la enseñanza de la programación sea divertida y atractiva, y ofrece una forma accesible y flexible de aprender técnicas de programación y explorar diversos conceptos CTIAM («Por qué Tynker», s.f.).

Esta plataforma tiene una interfaz fácil de usar que está diseñada para que sea sencilla de utilizar, incluso para los principiantes. Por lo tanto, incluso los profesores con escasos conocimientos digitales pueden utilizar *Tynker* para promover la educación CTIAM entre sus alumnos superdotados. Para ello, los profesores pueden seguir los siguientes pasos:

1. Una vez iniciada la sesión en *Tynker*, aparecerá el panel principal, que proporciona acceso a todas las características y funcionalidades de la herramienta. Desde aquí, los profesores pueden elegir iniciar un nuevo proyecto o acceder a los proyectos existentes.



2. Utilizar el sistema de codificación visual de *Tynker*. Este sistema utiliza bloques de código de arrastrar y soltar para facilitar a los alumnos la creación de programas y proyectos. Por lo tanto, los alumnos pueden elegir entre una serie de bloques de código para crear sus programas, y pueden conectarlos entre sí para crear lógica y funcionalidad complejas. El sistema de codificación visual hace que sea fácil incluso para los principiantes aprender conceptos de programación y empezar con la codificación.
3. Utiliza los diversos activos y personajes de la plataforma para crear juegos, animaciones y otros proyectos. Estos activos incluyen *sprites*, fondos y sonidos que los usuarios pueden utilizar para crear sus propios proyectos únicos. *Tynker* también incluye una serie de proyectos pre-construidos y plantillas que los usuarios pueden utilizar como punto de partida para sus propios proyectos.



4. Tanto los profesores como los alumnos podrán compartir sus proyectos con otras personas en la comunidad *Tynker*, donde podrán recibir comentarios y colaborar con otros usuarios. *Tynker* también incluye herramientas para publicar proyectos en la web, lo que facilitará a profesores y alumnos superdotados compartir sus proyectos en el aula.

Por lo tanto, en general *Tynker* es una herramienta fácil de usar que está diseñada para enseñar a codificar de forma divertida y atractiva. Con su sistema de codificación visual, su gama de activos y personajes, y sus funciones colaborativas, esta plataforma es una herramienta excelente para que los profesores enseñen a los superdotados a codificar o a crear sus propios proyectos digitales.

Además, según Kidspot (2022), *Tynker* es una plataforma que ofrece cursos de codificación para niños, diseñados para introducir conceptos de programación y enseñar habilidades de codificación de forma interactiva y atractiva. Estas son algunas de las formas en que *Tynker* puede utilizarse para la educación CTIAM de los superdotados:

- ❖ Enseñanza de la codificación: *Tynker* es un lenguaje de programación visual diseñado para enseñar a los niños a programar. La herramienta cuenta con una serie de lecciones y retos de programación que enseñan conceptos como bucles, variables y condicionales.
- ❖ Desarrollo de juegos: *Tynker* cuenta con una serie de herramientas de desarrollo de juegos que permiten a los usuarios crear sus propios juegos. La herramienta incluye un sistema de codificación visual que permite a los usuarios arrastrar y soltar bloques de código para crear sus juegos.
- ❖ Robótica: *Tynker* se puede utilizar para programar una serie de sistemas robóticos, incluidos drones, robots y dispositivos IoT. La herramienta tiene módulos de código preconstruidos que se pueden utilizar para controlar estos siCTIMas, lo que facilita a los usuarios empezar.
- ❖ Desarrollo de aplicaciones: *Tynker* cuenta con una función de desarrollo de aplicaciones que permite a los usuarios crear sus propias aplicaciones. La herramienta incluye un sistema de codificación visual que permite a los usuarios arrastrar y soltar bloques de código para crear sus aplicaciones.
- ❖ Proyectos creativos: *Tynker* puede utilizarse para diversos proyectos creativos, como la creación de animaciones e historias interactivas. La herramienta cuenta con una serie de activos y personajes que pueden utilizarse para crear estos proyectos, lo que facilita a los usuarios la puesta en marcha.

En general, *Tynker* es una gran herramienta para la educación CTIAM de alumnos superdotados, ya que ofrece una forma flexible, atractiva y accesible de aprender habilidades de codificación y explorar diversos conceptos CTIAM.

Enlace: <https://www.tynker.com/>

## CODE

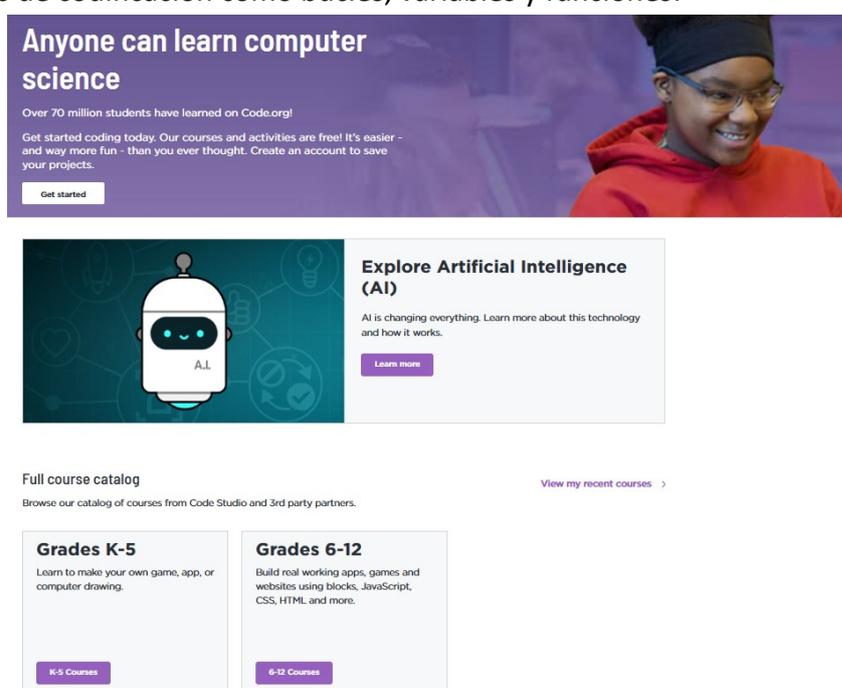
*Code.org* ofrece una amplia gama de recursos para estudiantes y profesores, como cursos, actividades de programación y planes de clases. Los cursos que ofrece *Code.org* abarcan una gran variedad de temas, desde conceptos básicos de programación hasta lenguajes de programación más avanzados. Estos cursos están diseñados para ser atractivos e interactivos, utilizando rompecabezas, juegos y otras actividades para enseñar habilidades de codificación. Además, esta plataforma también ofrece oportunidades de desarrollo

profesional para que los profesores aprendan a enseñar informática de forma eficaz (Code.org, 2022).

Otro aspecto clave del trabajo de *Code.org* es su énfasis en la diversidad y la inclusión en la enseñanza de la informática. La organización pretende aumentar la participación de los grupos infrarrepresentados, incluidas las mujeres y las minorías, mediante la creación de recursos y herramientas accesibles y atractivas para todos los estudiantes (Code.org, 2022). Code.org también se ha asociado con escuelas, distritos y otras organizaciones para ayudar a ampliar el acceso a la enseñanza de la informática en comunidades desfavorecidas.

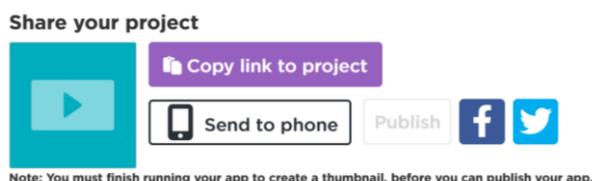
Por lo tanto, *Code.org* es un recurso valioso para los educadores que buscan enseñar informática de manera eficaz a través de su interfaz limpia y fácil de usar que está diseñada para ser fácil de navegar. De hecho, los profesores pueden utilizar esta plataforma siguiendo los siguientes pasos (Code.org, 2022):

1. Después de iniciar sesión, se mostrará el panel principal, que proporciona acceso a todas las funciones y recursos de la herramienta, incluidas lecciones de codificación, actividades y tutoriales. Los profesores y estudiantes pueden encontrar fácilmente lo que necesitan utilizando el menú principal, que incluye opciones para cursos, herramientas y recursos.
2. Utiliza el completo plan de estudios de programación de *Code.org*. La herramienta ofrece una serie de cursos que enseñan a los usuarios a codificar utilizando lenguajes de programación visuales como *Blockly*, *JavaScript* y *Python*. Cada curso incluye una serie de lecciones y actividades que se basan unas en otras para enseñar a los usuarios conceptos de codificación como bucles, variables y funciones.



The screenshot shows the Code.org homepage. At the top, there is a purple banner with the text "Anyone can learn computer science" and "Over 70 million students have learned on Code.org!". Below this, there is a "Get started" button. To the right of the banner is a photo of a young girl wearing glasses and a red hoodie, smiling. Below the banner is a section titled "Explore Artificial Intelligence (AI)" with a robot icon and a "Learn more" button. At the bottom, there is a "Full course catalog" section with two cards: "Grades K-5" and "Grades 6-12", each with a "Courses" button.

3. Utilizar otros recursos y herramientas para apoyar el aprendizaje y la exploración. Entre ellos se incluyen una serie de retos y rompecabezas de programación, así como recursos para profesores y educadores. Los profesores pueden utilizar los consejos de la plataforma para empezar e ideas sobre cómo apoyar el aprendizaje de sus alumnos.
4. *Code.org* incluye una serie de funciones para que los usuarios compartan su trabajo y colaboren con otros. Así, profesores y alumnos pueden compartir sus proyectos en la comunidad de *Code.org* o publicarlos en la web, lo que facilita que los usuarios compartan sus proyectos y reciban comentarios.



Por lo tanto, *Code.org* es una herramienta integral diseñada para enseñar programación a usuarios de todas las edades y niveles de habilidad, incluso a alumnos superdotados. Con su plan de estudios de programación, recursos y funciones de colaboración, es una herramienta excelente para que los profesores promuevan la educación CTIAM entre los superdotados. De hecho, estos son algunos de los usos para que los profesores promuevan CTIAM a través de *Code.org*:

- ❖ Aprender y enseñar a programar: *Code.org* está diseñado principalmente como herramienta educativa para que los profesores aprendan a programar. Por lo tanto, es una plataforma excelente para que los principiantes aprendan los fundamentos de la programación, así como para que los profesores más experimentados exploren nuevos lenguajes y conceptos de programación. También una valiosa herramienta para profesores y educadores que quieran incorporar la programación a sus clases. La herramienta incluye recursos y planes de lecciones que pueden utilizarse para enseñar programación a alumnos de todas las edades, y sus lenguajes de programación visuales y su interfaz de arrastrar y soltar facilitan el aprendizaje a los estudiantes.
- ❖ Explorar conceptos de programación: Además de sus usos educativos, *Code.org* también puede utilizarse como herramienta para explorar conceptos de codificación y experimentar con la programación. Su gama de retos, rompecabezas y proyectos de programación puede utilizarse para desarrollar habilidades y conocimientos en áreas como la lógica, la resolución de problemas y la creatividad.
- ❖ Apoyar la diversidad en la tecnología: *Code.org* se ha comprometido a promover la diversidad en la industria tecnológica y a aumentar el acceso a la formación en programación para grupos infrarrepresentados, como los superdotados. La herramienta incluye recursos destinados a promover la diversidad y la equidad en la tecnología, y anima a los usuarios a participar en los esfuerzos para apoyar la diversidad y la inclusión en el campo.

*Code.org* es un recurso valioso para cualquier persona interesada en aprender a programar, así como para los educadores que deseen enseñar informática de forma eficaz. A través de sus cursos, actividades y asociaciones, *Code.org* contribuye a crear un campo de la informática más diverso e integrador.

Enlace: <https://code.org/>

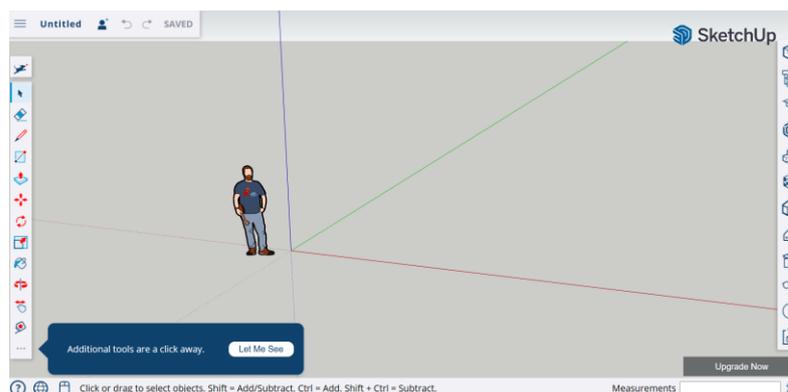
### 3.3. Herramientas de diseño digital relacionadas con la ingeniería

#### **SKETCHUP**

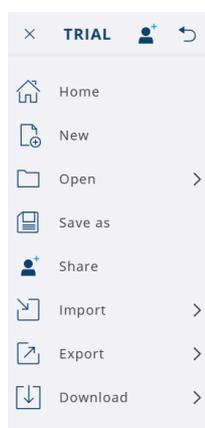
*SketchUp* es un *software* de modelado 3D que se utiliza para crear, visualizar y modificar diseños en 3D. Es una potente herramienta utilizada por arquitectos, diseñadores de interiores e ingenieros para crear modelos precisos y detallados de edificios, muebles y otras estructuras (*SketchUp*, s.f.). El programa es fácil de usar, por lo que cualquiera puede aprender a utilizarlo, independientemente de su nivel de experiencia en modelado 3D.

La interfaz de *SketchUp* es intuitiva y fácil de navegar. La pantalla principal permite acceder a todas las funciones y recursos de la herramienta, como la barra de herramientas, el menú y la biblioteca de componentes. La barra de herramientas incluye una serie de herramientas para crear, editar y modificar modelos 3D, mientras que la biblioteca de componentes incluye una serie de modelos 3D prefabricados que pueden añadirse a los diseños (*SketchUp*, s.f.). El menú incluye opciones de gestión de archivos, edición y personalización. Además, los siguientes son los pasos que los profesores pueden seguir para utilizar *SketchUp*:

1. Descargar e instalar el *software* para iniciarlo.
2. Comenzar a crear modelos 3D seleccionando las herramientas adecuadas en la barra de herramientas y utilizándolas para crear diseños. Los profesores también pueden importar modelos 3D existentes en su diseño desde la biblioteca de componentes u otras fuentes.
3. Al crear un diseño, pueden utilizarse varias herramientas de edición para modificarlo y perfeccionarlo. El *software* incluye una serie de herramientas de edición que permiten a los usuarios manipular componentes individuales, ajustar la iluminación y las sombras, y aplicar texturas y materiales a los modelos. Los usuarios también pueden añadir anotaciones y dimensiones a su diseño para proporcionar información adicional y contexto.



- Una vez completado el modo 3D, los usuarios pueden guardarlo y exportarlo en diversos formatos de archivo, como PDF, DWG y 3DS. Los profesores y alumnos también pueden compartir su diseño con otros subiéndolo a *SketchUp 3D Warehouse* o compartiéndolo en las redes sociales.



En general, *SketchUp* es una potente herramienta muy utilizada en los sectores de la arquitectura y el diseño para crear modelos y diseños en 3D, pero los profesores también pueden utilizarla para promover la educación CTIAM entre sus alumnos superdotados. Los profesores pueden utilizarla para promover la educación CTIAM entre los alumnos superdotados de varias maneras:

- ❖ **Desafíos de diseño:** Los profesores pueden crear retos de diseño que impliquen el uso de *SketchUp* para diseñar modelos 3D relacionados con la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte o las matemáticas. Por ejemplo, los alumnos pueden diseñar un edificio sostenible, una montaña rusa, un puente o un mueble. Estos retos pueden animar a los estudiantes a pensar de forma creativa, resolver problemas y aplicar sus conocimientos en un contexto del mundo real.
- ❖ **Colaboración:** *SketchUp* permite que varios usuarios trabajen simultáneamente en el mismo proyecto, lo que puede facilitar la colaboración entre alumnos superdotados. Los profesores pueden asignar proyectos de grupo que requieran que los alumnos trabajen juntos para diseñar un modelo 3D. Esto puede ayudar a los estudiantes a desarrollar el trabajo en equipo y las habilidades de comunicación, así como exponerlos a diferentes perspectivas y enfoques para la resolución de problemas.

- ❖ Exploración: *SketchUp* se puede utilizar para explorar varios conceptos CTIAM de una manera visual e interactiva. Por ejemplo, los estudiantes pueden utilizarla para diseñar y explorar la anatomía de un corazón humano, el sistema solar o una máquina compleja. Esto puede ayudar a los estudiantes a comprender conceptos complejos más fácilmente y fomentar su curiosidad e interés por las materias CTIAM.
- ❖ Integración transversal: Los profesores pueden integrar *SketchUp* en varias asignaturas, como matemáticas, ciencias, arte o estudios sociales. Por ejemplo, pueden utilizarla para diseñar un modelo 3D de un edificio histórico o para crear un modelo matemáticamente preciso de una forma geométrica. Esto puede ayudar a los estudiantes a ver cómo las asignaturas CTIAM están interconectadas y a aplicar sus conocimientos de forma interdisciplinar.

*SketchUp* es una potente herramienta que los profesores pueden utilizar para promover la educación CTIAM entre sus alumnos superdotados a través de retos de diseño, colaboración, exploración e integración transversal.

Enlace:

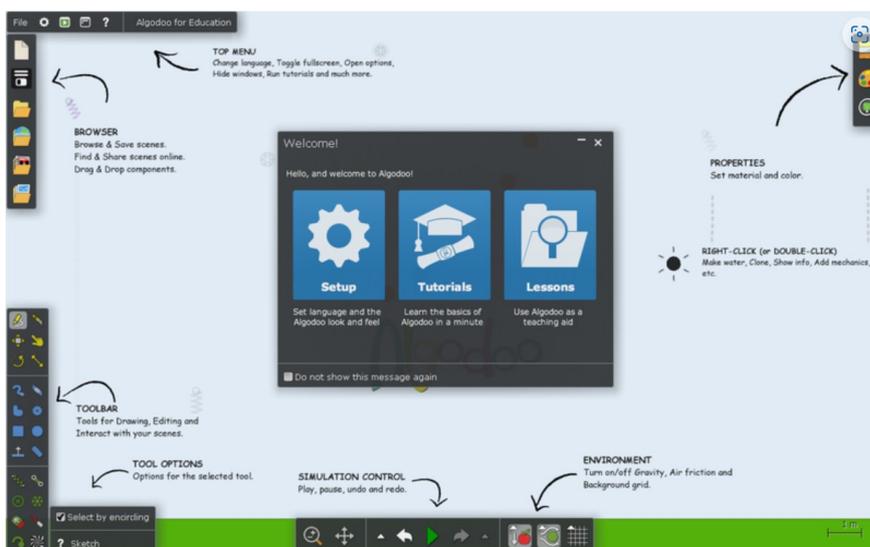
<https://www.sketchup.com/>

## **ALGODOO**

*Algodo* es un *software* de simulación física que permite a los usuarios crear e interactuar con escenas virtuales en 2D. Puede utilizarse con fines educativos, como la enseñanza de conceptos de física, así como con fines de entretenimiento, como la creación de juegos y animaciones (*Algodo*, s.f.). *Algodo* presenta una interfaz fácil de usar que permite a los usuarios crear y manipular fácilmente objetos en un entorno virtual.

La interfaz de *Algodo* se divide en varias áreas. La principal es la vista de escena, donde los usuarios pueden ver su entorno virtual en 2D. Esta área contiene herramientas para crear y manipular objetos, como círculos, rectángulos y engranajes. En la parte derecha de la pantalla se encuentra la barra de herramientas, que contiene una serie de herramientas para crear y manipular objetos. La barra de herramientas incluye herramientas para seleccionar, arrastrar y rotar objetos, así como herramientas para crear muelles, bisagras y otras conexiones. Además, los profesores pueden empezar a utilizar *Algodo* siguiendo estos pasos:

1. Descargar e instalar el *software*.
2. Empezar a crear escenas 2D seleccionando las herramientas adecuadas en la barra de herramientas y utilizándolas para crear objetos. Los profesores y alumnos también pueden importar objetos 2D existentes en su escena desde otras fuentes.



3. A medida que los usuarios crean una escena, pueden utilizar las herramientas de edición para modificarla y perfeccionarla. El *software* incluye una serie de herramientas de edición que permiten a los usuarios manipular objetos individuales, ajustar propiedades como la masa y la fricción, y aplicar texturas y colores a los objetos. Los usuarios también pueden crear interacciones entre objetos utilizando herramientas para conectarlos con muelles, bisagras y otros tipos de conexiones.
4. Una vez creada la escena 2D, es posible guardarla y exportarla en diversos formatos de archivo, como PDF, PNG y SVG. Los usuarios también pueden compartir su escena con los demás subiéndola a la comunidad *Algodoo* o compartiéndola en las redes sociales.

*Algodoo* se utiliza ampliamente en el ámbito educativo para enseñar conceptos de física a los alumnos. Los profesores pueden utilizar el programa para crear simulaciones interactivas que permitan a los alumnos explorar y comprender principios físicos complejos, como la gravedad, la fricción y la velocidad (Algodoo, s.f.). Sin embargo, también puede utilizarse para promover la educación CTIAM entre los alumnos superdotados de varias maneras:

- ❖ **Diseño de juegos:** *Algodoo* puede utilizarse para diseñar juegos que incorporen mecánicas basadas en la física. Por ejemplo, los estudiantes pueden diseñar un juego que implique lanzar objetos, navegar por laberintos o resolver rompecabezas utilizando principios de la física. Esto puede ayudar a los estudiantes a aplicar sus conocimientos de física de una manera creativa y atractiva (Roberts et al. 2018).
- ❖ **Desafíos de ingeniería:** *Algodoo* puede utilizarse para crear retos de ingeniería que obliguen a los alumnos a diseñar y construir máquinas o estructuras virtuales. Por ejemplo, los alumnos pueden diseñar un puente que resista un peso determinado o un coche que pueda circular por un terreno accidentado. Estos retos pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar sus habilidades de ingeniería y animarlos a pensar de forma crítica sobre el diseño y la construcción.

- ❖ Arte y diseño: *Algodoo* también puede utilizarse para crear proyectos artísticos visuales e interactivos. Por ejemplo, los estudiantes pueden utilizarlo para diseñar una máquina virtual o crear una animación digital. Estos proyectos pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar su creatividad e imaginación, así como exponerlos a nuevas formas de arte y medios de comunicación (Pandey et al., 2021).
- ❖ Integración transversal: Los profesores pueden integrar *Algodoo* en varias asignaturas, como matemáticas, ciencias, arte o estudios sociales. Por ejemplo, los alumnos pueden utilizarlo para simular el comportamiento de las olas, modelar el sistema solar o crear una ciudad virtual. Esto puede ayudar a los estudiantes a ver cómo las asignaturas CTIAM están interconectadas y a aplicar sus conocimientos de forma interdisciplinar.

En general, *Algodoo* es una potente herramienta que permite a los alumnos explorar y experimentar con conceptos CTIAM de forma virtual e interactiva. Utilizando *Algodoo* en sus aulas, los profesores pueden implicar y desafiar a los alumnos superdotados y fomentar su curiosidad y pasión por las asignaturas CTIAM.

Enlace:

<http://www.algodoo.com/>

### 3.4. Herramientas de diseño digital relacionadas con el arte

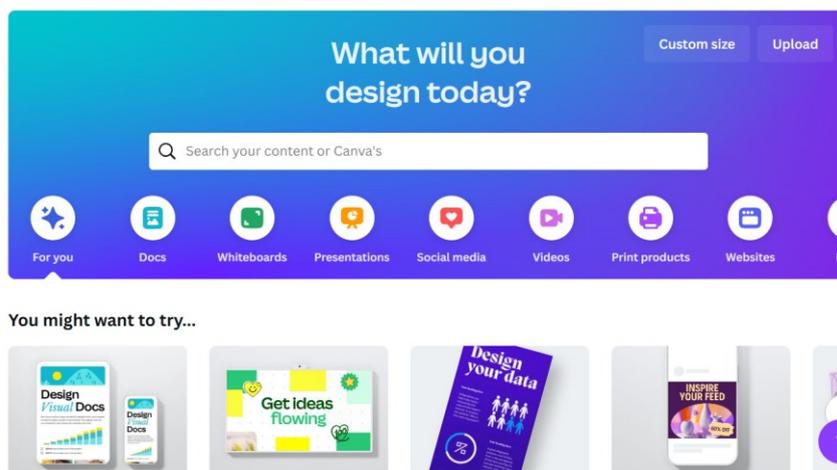
#### **CANVA**

*Canva* es una plataforma de diseño en línea que permite a los usuarios crear una gran variedad de materiales digitales e impresos, como gráficos, carteles, folletos, presentaciones, publicaciones en redes sociales y mucho más. *Canva* ofrece una interfaz fácil de usar que permite a los usuarios seleccionar entre una amplia gama de plantillas, gráficos, fuentes e imágenes para crear diseños de aspecto profesional (Canva, s.f.).

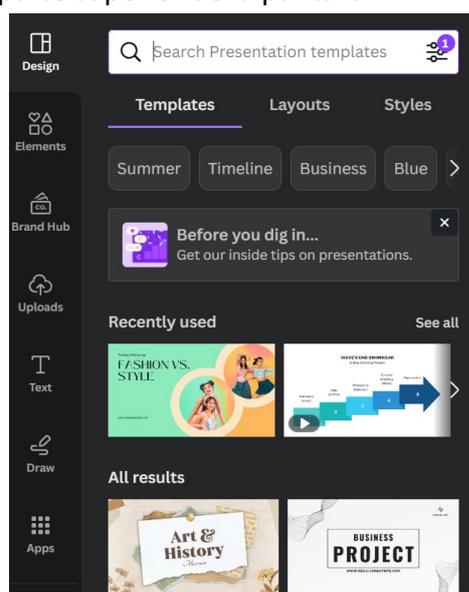
De hecho, con esta herramienta popular de diseño gráfico que permite a los usuarios crear una amplia gama de diseños y con su interfaz fácil de usar, incluso los principiantes pueden crear diseños de aspecto profesional en tan sólo unos minutos (Canva, s.f.). *Canva* es utilizado por particulares, pequeñas empresas, organizaciones sin ánimo de lucro e incluso profesores e instituciones educativas para crear contenidos visuales con diversos fines. En el caso de los profesores, pueden empezar a utilizar esta herramienta siguiendo los siguientes pasos:

1. Empezar a utilizar *Canva* registrándose para obtener una cuenta gratuita en el sitio web.
2. Una vez iniciada la sesión, los usuarios pueden elegir entre una amplia gama de plantillas o empezar con un lienzo en blanco para crear su propio diseño. Profesores y

alumnos pueden acceder a su amplia biblioteca de elementos de diseño, incluidas imágenes, ilustraciones y fuentes.



- Se pueden añadir elementos a un diseño utilizando la barra de herramientas situada en la parte izquierda de la pantalla. La barra de herramientas incluye una serie de opciones para añadir elementos al diseño, como texto, imágenes, formas y gráficos. Los usuarios también pueden buscar elementos específicos utilizando la barra de búsqueda situada en la parte superior de la pantalla.



- Personaliza los elementos de un diseño haciendo clic en ellos y utilizando las herramientas de edición que aparecen. Las herramientas de edición de *Canva* son fáciles de usar y permiten cambiar el tamaño y la posición de los elementos, ajustar los colores y las fuentes, y añadir efectos como filtros y sombras paralelas.
- Una vez terminado el diseño, los usuarios pueden descargarlo en varios formatos de archivo, como PDF, PNG y JPG. De este modo, tanto profesores como alumnos pueden compartir su diseño directamente desde *Canva* generando un enlace compartible o incrustándolo en un sitio web o en una publicación en las redes sociales.

En general, *Canva* es una herramienta versátil y fácil de usar que se puede utilizar para una amplia gama de proyectos de diseño. Con su amplia biblioteca de elementos de diseño, plantillas y herramientas de edición, es fácil crear diseños de aspecto profesional en tan solo unos minutos. De hecho, los profesores pueden utilizarla para promover la educación CTIAM entre los alumnos superdotados de varias maneras (Pappas, 2019):

- ❖ **Comunicación visual:** *Canva* permite a los estudiantes crear materiales de comunicación visual como carteles, infografías y presentaciones. Al diseñar estos materiales, los estudiantes pueden desarrollar sus habilidades de pensamiento creativo y visual. También pueden aprender sobre los principios del diseño, como la teoría del color, la tipografía y la composición, que son importantes para la comunicación y las artes visuales.
- ❖ **Arte digital:** *Canva* puede utilizarse como plataforma de arte digital para crear ilustraciones, logotipos y otros gráficos. Los alumnos pueden experimentar con diferentes herramientas y técnicas digitales para crear sus propios diseños únicos. También pueden aprender sobre el *software* de arte digital y el proceso de creación de arte digital.
- ❖ **Proyectos científicos:** *Canva* puede utilizarse para crear proyectos científicos, como diagramas, tablas y gráficos. Los alumnos pueden utilizarla para diseñar y presentar sus descubrimientos de forma visualmente atractiva. Esto puede ayudar a los estudiantes a comprender conceptos científicos complejos y a comunicar sus ideas de forma eficaz.
- ❖ **Diseño de páginas web:** *Canva* se puede utilizar para diseñar sitios web, lo que puede ayudar a los estudiantes a desarrollar sus habilidades de codificación y desarrollo web. Pueden utilizarla para crear diseños de sitios web, gráficos y otros elementos de diseño. Esto también puede ayudar a los estudiantes a comprender los principios del diseño de la experiencia del usuario y la importancia del diseño visual en el desarrollo de sitios web.
- ❖ **Narración digital:** *Canva* puede utilizarse como plataforma de narración digital. Los estudiantes pueden utilizarla para crear historias multimedia que incorporen gráficos, animaciones y otros elementos visuales. Esto puede ayudar a los estudiantes a desarrollar sus habilidades narrativas y aprender sobre la importancia de la narración visual.

En conclusión, *Canva* es una poderosa herramienta que puede ayudar a los profesores a involucrar a los alumnos superdotados y promover la educación CTIAM de una manera creativa e interactiva. Utilizando *Canva* en las aulas, los profesores pueden ayudar a los alumnos a desarrollar sus habilidades e intereses en las asignaturas CTIAM.

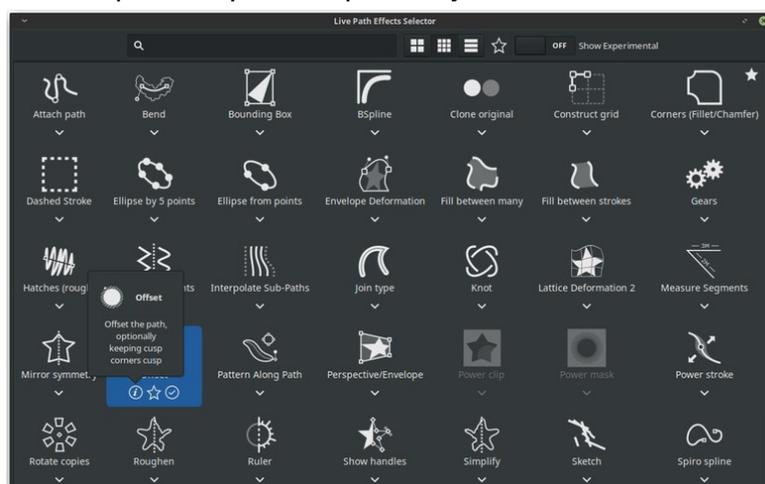
Enlace: <https://www.canva.com/>

## INKSCAPE

*Inkscape* es un editor de gráficos vectoriales gratuito y de código abierto que permite a los usuarios crear y editar gráficos vectoriales como ilustraciones, diagramas, artes lineales, gráficos y logotipos (Inkscape, s.f.). Está disponible para Windows, macOS y Linux. El *software* tiene una interfaz sencilla y fácil de usar que permite a los usuarios crear diseños impresionantes sin necesidad de tener experiencia previa en diseño gráfico. Por lo tanto, es muy utilizado por diseñadores, artistas e ilustradores para crear una amplia gama de gráficos, incluyendo logotipos, iconos, ilustraciones, diagramas y mucho más.

La interfaz de *Inkscape* está dividida en varias secciones, incluyendo una caja de herramientas, una ventana de documento, una barra de menú y una barra de estado. La caja de herramientas contiene varias herramientas, como *selección*, *texto*, *pluma*, *formas* y *degradados*, que pueden utilizarse para crear y modificar objetos vectoriales. La ventana de documento es donde los usuarios pueden crear sus diseños y aplicar diversos efectos y filtros. La barra de menús contiene varios menús como *Archivo*, *Editar*, *Ver*, *Objeto*, *Ruta* y *Extensiones* que ofrecen una amplia gama de funciones y opciones.

1. Para utilizar *Inkscape*, comience abriendo el programa y creando un nuevo documento.
2. Selecciona la herramienta que deseas utilizar de la caja de herramientas y comienza a crear un diseño. Los usuarios pueden dibujar formas, líneas, curvas y texto utilizando las herramientas disponibles. Una vez creado el diseño, profesores y alumnos pueden modificarlo utilizando diversas opciones como el color de relleno, el color de trazo, el degradado y la opacidad. Los usuarios también pueden añadir efectos y filtros como desenfoque, sombra paralela y relieve para mejorar el diseño.



3. *Inkscape* admite varios formatos de archivo para descargar los diseños, como SVG, PNG, PDF y EPS, lo que facilita compartir los diseños con otras personas. Para exportar un diseño, basta con seleccionar el menú *Archivo* y elegir la opción *Exportar*. A continuación, los usuarios pueden elegir el formato de archivo y la ubicación en la que desean guardar el diseño.

Así pues, *Inkscape* es una herramienta versátil que puede utilizarse para una amplia gama de tareas de diseño gráfico. Sus amplias características y capacidades lo convierten en una opción popular entre diseñadores, artistas, ilustradores e incluso profesores del ámbito educativo. He aquí algunas maneras en que los profesores pueden utilizar *Inkscape* para promover la educación CTIAM para estudiantes superdotados:

- ❖ Ilustración y Diseño Gráfico: *Inkscape* se puede utilizar para enseñar a los estudiantes acerca de los gráficos vectoriales y los principios del diseño gráfico. Los estudiantes pueden utilizarlo para crear logotipos, carteles y otros gráficos utilizando herramientas como la herramienta de pluma y la herramienta de texto. Mediante el aprendizaje de estas habilidades, los estudiantes pueden desarrollar una mejor comprensión de los principios de diseño y la forma de comunicarse visualmente.
- ❖ Diseño 3D: *Inkscape* se puede utilizar junto con otro *software* como *Blender* para crear modelos 3D. Los estudiantes pueden utilizarlo para crear dibujos vectoriales en 2D que luego pueden ser importados a *Blender* y extruidos para crear modelos 3D. Esto puede ayudar a los estudiantes a desarrollar el razonamiento espacial y las habilidades de visualización.
- ❖ Diagramas CTIM: *Inkscape* se puede utilizar para crear diagramas e ilustraciones que se usan comúnmente en temas CTIM. Por ejemplo, los maestros pueden usarlo para crear diagramas de compuestos químicos, circuitos eléctricos y procesos biológicos. Al crear estos diagramas, los estudiantes pueden desarrollar una comprensión más profunda de la materia y mejorar su capacidad para comunicarse visualmente.
- ❖ Animación: *Inkscape* también puede utilizarse para crear animaciones sencillas utilizando gráficos vectoriales. Los estudiantes pueden utilizarlo para crear una serie de dibujos que se pueden combinar en una animación. Tiene capacidades básicas de animación que permiten a los usuarios crear animaciones simples como mover objetos y cambiar colores. Esto puede ayudar a los estudiantes a desarrollar sus habilidades de animación y aprender acerca de los principios del movimiento y el tiempo.

*Inkscape* puede utilizarse para enseñar una amplia gama de materias CTIAM. Al incorporar *Inkscape* en su plan de estudios, los profesores pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar su creatividad, pensamiento crítico y habilidades técnicas.

Enlace: <https://inkscape.org/>

### 3.5. Herramientas de diseño digital relacionadas con las matemáticas

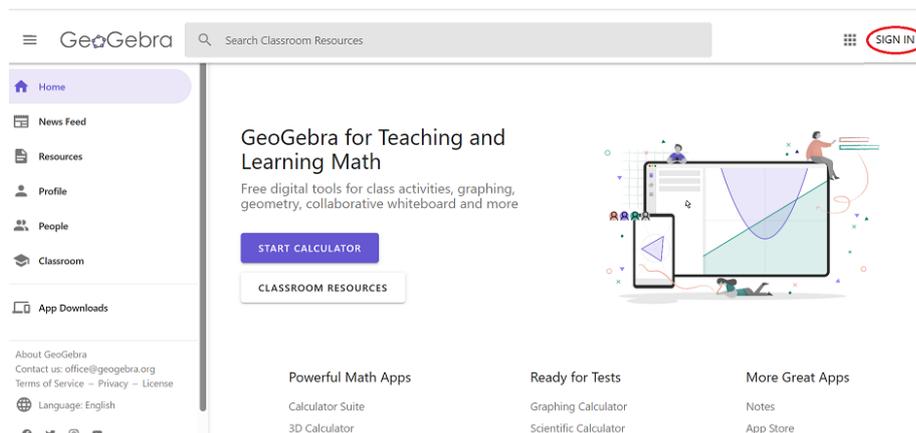
#### **GEOGEBRA**

GeoGebra es un software matemático dinámico que permite a los usuarios explorar, visualizar y analizar conceptos matemáticos en 2D y 3D. Su interfaz es fácil de usar y consta de varias ventanas que pueden reorganizarse y personalizarse según las necesidades del usuario. El programa incluye una amplia gama de herramientas para álgebra, geometría, estadística, cálculo y gráficos (Geogebra, s.f.). GeoGebra es ampliamente utilizado por profesores, estudiantes, matemáticos e investigadores para aprender, enseñar y explorar conceptos y fenómenos matemáticos.

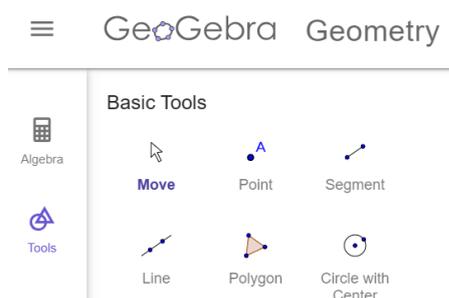
Una de las características más potentes de GeoGebra es su capacidad para crear objetos dinámicos y animaciones. Los usuarios pueden crear objetos que dependen de otros objetos, y luego manipularlos para ver cómo cambian en tiempo real (Geogebra, s.f.). Por ejemplo, los usuarios pueden crear un círculo que sea tangente a otros dos círculos y, a continuación, arrastrar uno de los círculos para ver cómo el círculo tangente se mueve en consecuencia. Además, también incluye una vista de hoja de cálculo en la que los usuarios pueden introducir datos y realizar cálculos. Puede utilizarse para crear tablas, calcular medidas estadísticas y ajustar curvas a los datos. De este modo, los usuarios pueden alternar entre las vistas de gráficos y de hoja de cálculo haciendo clic en las pestañas correspondientes de la parte inferior.

Para que los profesores se inicien o dominen las funciones de este *software*, ofrece numerosos recursos y tutoriales. Estos recursos incluyen cursos en línea, tutoriales en vídeo y un foro comunitario donde los usuarios pueden hacer preguntas y compartir sus trabajos. En general, GeoGebra es una potente herramienta para la enseñanza y la investigación en matemáticas, y su interfaz intuitiva y sus funciones dinámicas la hacen accesible a usuarios de todos los niveles. Sin embargo, para utilizar este *software*, los profesores pueden empezar por seguir estos pasos (Geogebra, s.f.):

1. Abrir Geogebra visitando el sitio web de Geogebra ([www.geogebra.org](http://www.geogebra.org)) o descargando el *software* de Geogebra en un dispositivo. Una vez abierto, se mostrará la interfaz principal con varios iconos y menús.



2. Crea un nuevo proyecto haciendo clic en el botón «Nuevo». Se pedirá a los usuarios que elijan el tipo de proyecto que desean crear, como un proyecto de geometría, álgebra, 3D o probabilidad.
3. Dependiendo del proyecto en el que estén trabajando profesores y alumnos, podrán crear diversos objetos geométricos, como puntos, líneas, círculos y polígonos, así como objetos algebraicos, como funciones y ecuaciones. Para añadir un objeto, seleccione el icono correspondiente en el menú lateral izquierdo y haga clic en el área de trabajo para añadir el objeto.



4. Una vez añadido un objeto, los usuarios pueden editarlo haciendo clic en el objeto y utilizando las herramientas disponibles en el menú lateral derecho. De este modo, los usuarios pueden cambiar las propiedades del objeto, como el color, el tamaño y la etiqueta, o modificar su forma, posición u orientación.



5. Cuando los usuarios hayan terminado de crear un proyecto, pueden guardarlo pulsando el botón «Guardar». Geogebra permite guardar un proyecto en varios

formatos, como archivos Geogebra (.ggb), imágenes (.png, .jpg), y documentos (.pdf, .html). Los usuarios también pueden exportar su proyecto a otro *software*, como LaTeX, Wolfram Alpha y GeoGebraTube.

Además, GeoGebra es una herramienta versátil que puede utilizarse en una amplia gama de campos, desde la educación a la investigación, la ingeniería y el arte. Su interfaz y características de fácil manejo la hacen accesible a profesores de todos los niveles, y su naturaleza de código abierto permite un desarrollo y mejora continuos. A la hora de utilizarlo en la educación, entre los campos CTIAM es adecuado para las matemáticas, ya que permite a los usuarios crear y manipular construcciones geométricas, ecuaciones algebraicas y representaciones de datos. He aquí algunas formas en que los profesores pueden utilizar GeoGebra para promover la educación CTIAM de los alumnos superdotados (Geogebra, s.f.):

- ❖ Geometría: GeoGebra puede utilizarse para enseñar geometría a los alumnos. Los profesores pueden crear construcciones y formas geométricas con GeoGebra y utilizarlas para explicar diversos conceptos como ángulos, líneas paralelas y triángulos. Los alumnos también pueden utilizarla para explorar y descubrir estos conceptos por sí mismos. Por ejemplo, los profesores pueden dar a los alumnos la tarea de crear una forma geométrica con dimensiones específicas, y los alumnos pueden utilizar GeoGebra para construir la forma y descubrir sus propiedades.
- ❖ Álgebra: GeoGebra puede utilizarse para enseñar álgebra a los alumnos. Los profesores pueden crear ecuaciones y funciones algebraicas y utilizarlas para explicar diversos conceptos, como funciones lineales y cuadráticas. Los alumnos también pueden utilizar GeoGebra para explorar y descubrir estos conceptos por sí mismos. Por ejemplo, los profesores pueden asignar a los alumnos la tarea de crear la gráfica de una función y éstos pueden utilizar GeoGebra para trazar los puntos y descubrir las propiedades de la función.
- ❖ Representación de datos: GeoGebra puede utilizarse para enseñar a los alumnos la representación de datos. Los docentes pueden utilizarla para crear diagramas, gráficos y otras representaciones visuales de datos. Los alumnos también pueden usarla para crear sus propias representaciones visuales de datos, como gráficos de barras y de dispersión. Mediante el uso de GeoGebra, los estudiantes pueden desarrollar sus habilidades de análisis de datos y aprender a comunicar los datos visualmente.
- ❖ Estadísticas: GeoGebra incluye herramientas para análisis de datos y estadística, que pueden utilizarse para analizar y visualizar conjuntos de datos. El *software* proporciona herramientas para crear histogramas, gráficos de caja, gráficos de dispersión y otros gráficos estadísticos.
- ❖ Arte: GeoGebra puede utilizarse para crear arte y diseños geométricos, ya que proporciona herramientas para crear formas y patrones complejos. Los artistas y diseñadores pueden utilizar el *software* para crear diseños intrincados y explorar patrones matemáticos y simetrías.

- ❖ Aplicaciones CTIM: GeoGebra puede utilizarse en diversas aplicaciones CTIM, como física, ingeniería e informática. Por ejemplo, los profesores pueden utilizar GeoGebra para crear simulaciones de fenómenos físicos como el movimiento de péndulos y proyectiles. Los alumnos también pueden utilizarla para crear sus propias simulaciones y modelos de fenómenos físicos, lo que puede ayudarles a desarrollar su comprensión de estos conceptos.

En conclusión, GeoGebra es una herramienta versátil que puede utilizarse para enseñar una amplia gama de materias CTIAM. Al incorporar esta herramienta a su plan de estudios, los profesores pueden ayudar a los alumnos a desarrollar su creatividad, su pensamiento crítico y sus habilidades técnicas.

Enlace:

<https://www.geogebra.org/>

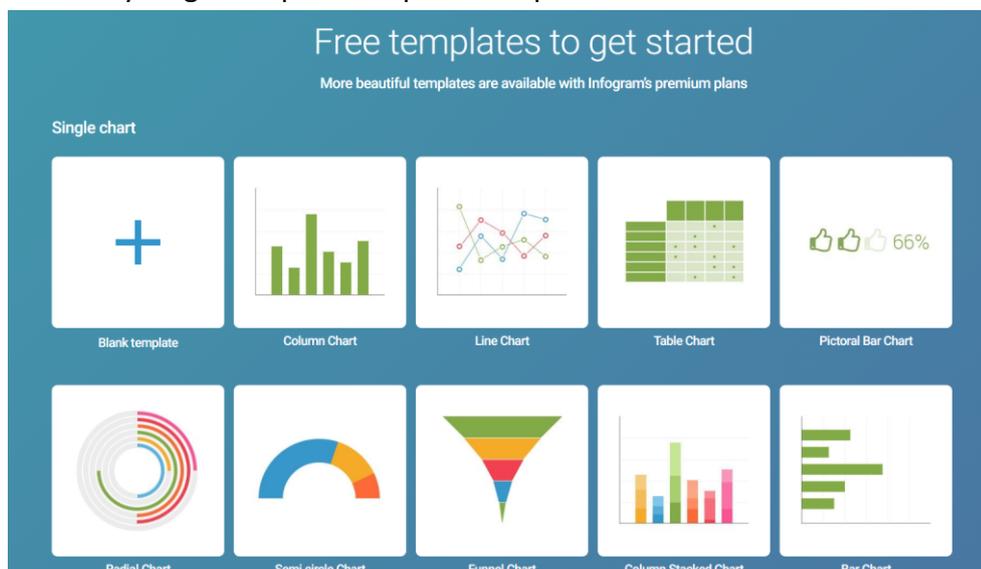
## **INFOGRAM**

Infogram es una herramienta web de visualización de datos e infografía que permite a los usuarios crear y compartir tablas interactivas, mapas, gráficos y otras representaciones visuales de datos (Infogram, s.f.). Ofrece una interfaz de arrastrar y soltar fácil de usar, una amplia gama de opciones de personalización y una variedad de plantillas para ayudar a los usuarios a crear contenido visual atractivo y convincente (Martínez, 2017). Los infogramas suelen ser utilizados por empresas, periodistas, organizaciones sin ánimo de lucro e incluso profesores y educadores para comunicar datos complejos de una forma más accesible y atractiva.

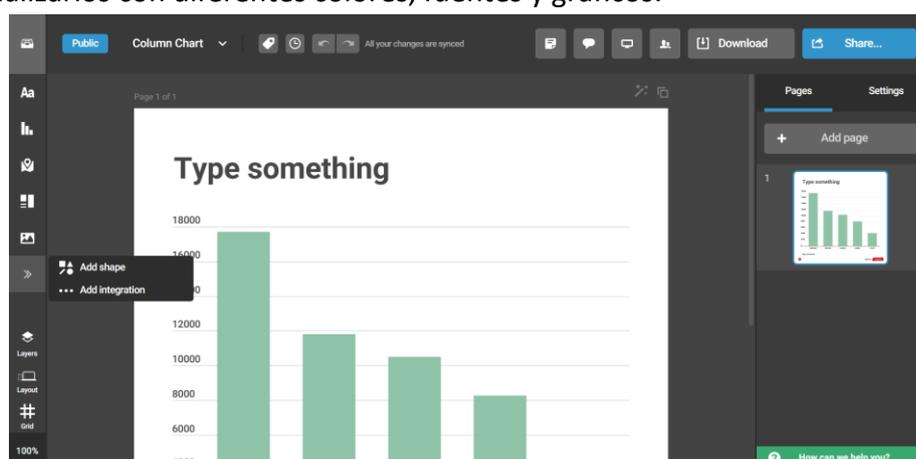
La herramienta es muy fácil de usar y tiene una interfaz intuitiva de arrastrar y soltar, lo que facilita a cualquiera su uso y la creación de impresionantes visualizaciones, aunque no tenga experiencia en diseño. Su interfaz intuitiva y su amplia biblioteca de plantillas y elementos de diseño facilitan su uso, y su editor de hojas de cálculo y su función de importación de datos facilitan la adición y edición de datos. Los usuarios pueden personalizar sus visualizaciones con diferentes tablas, colores, fuentes y gráficos para hacerlas más atractivas, y pueden compartirlas en línea utilizando diferentes canales. Por lo tanto, Infogram es una herramienta potente y fácil de usar para cualquiera que busque crear visualizaciones de datos atractivas.

1. Para empezar a utilizar Infogram, los usuarios deben crear primero un nuevo proyecto seleccionando una plantilla o empezando desde cero. Infogram ofrece una amplia

variedad de plantillas para diferentes tipos de visualizaciones, como gráficos, mapas y diagramas. Los usuarios pueden comenzar seleccionando el tipo de visualización que desean crear y elegir una plantilla que se adapte a sus necesidades.

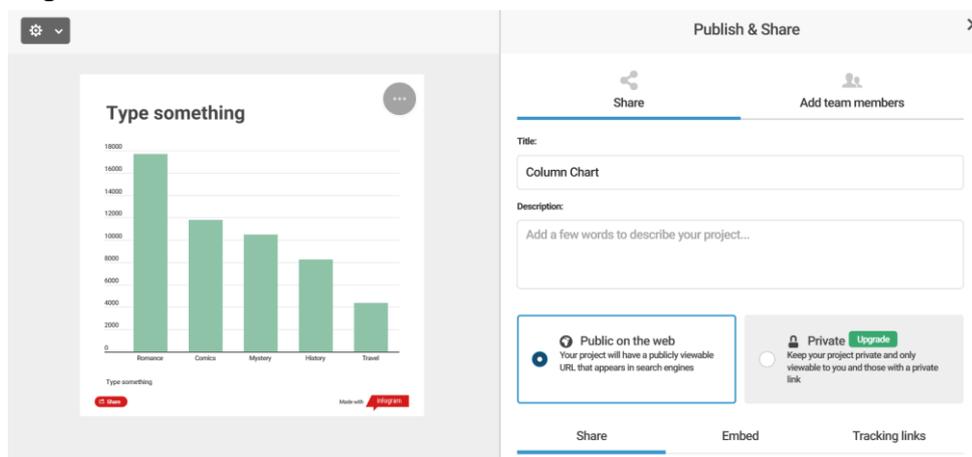


2. Tras seleccionar una plantilla o crear un nuevo proyecto, es hora de añadir datos. Los usuarios pueden importar datos desde Excel o *Google Sheets*, o introducirlos manualmente. La interfaz de Infogram está diseñada para ser intuitiva y fácil de usar, por lo que añadir datos es sencillo.
3. Se puede personalizar la visualización utilizando las diferentes opciones que Infogram ofrece para que la visualización sea como el usuario desee. Los datos pueden formatearse y editarse directamente en Infogram, y los usuarios pueden añadir texto, imágenes y otros elementos de diseño a su visualización para hacerla más atractiva. La herramienta ofrece una amplia gama de tipos de gráficos, incluyendo gráficos de barras, gráficos de líneas, gráficos circulares y más, y los usuarios pueden personalizarlos con diferentes colores, fuentes y gráficos.



4. Una vez finalizada la visualización, los usuarios pueden compartirla en línea incrustándola en un sitio web o compartiéndola en las redes sociales. Infogram también proporciona análisis para realizar un seguimiento del rendimiento de la visualización, incluido el número de visualizaciones, comparticiones e interacciones.

Esta información puede ayudar a optimizar las visualizaciones y mejorar los esfuerzos de divulgación realizados.



Infogram es genial porque ofrece una plataforma fácil de usar que permite a cualquier persona crear visualizaciones de aspecto profesional, incluyendo gráficos, mapas, infografías e informes, sin ninguna experiencia previa en diseño o codificación. Con Infogram, los usuarios pueden convertir datos de forma rápida y sencilla en contenidos visuales atractivos e interactivos que pueden compartirse fácilmente en redes sociales, sitios web o presentaciones. Además, ofrece una amplia biblioteca de plantillas, iconos e imágenes que pueden utilizarse para crear diseños personalizados, y se integra con otras herramientas, como Excel, *Google Sheets* y Salesforce, para agilizar la importación y gestión de datos (Infogram, s.f.).

Por lo tanto, Infogram es una potente herramienta que puede ayudar a empresas, periodistas e incluso educadores a comunicar sus ideas y datos de forma eficaz y eficiente. De hecho, esta herramienta puede ser muy utilizada en entornos educativos para mejorar la comprensión de los estudiantes y fomentar un mayor compromiso, así como involucrar a los estudiantes en actividades de aprendizaje. Los profesores pueden utilizar esta herramienta de visualización de datos para promover la educación CTIAM para estudiantes superdotados de varias maneras:

- ❖ **Crear visualizaciones:** Crea visualizaciones interactivas y atractivas de datos relacionados con la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las artes y las matemáticas. Por ejemplo, los alumnos pueden utilizar Infogram para crear tablas, gráficos y mapas que visualicen datos sobre el cambio climático, las energías renovables o los descubrimientos científicos.
- ❖ **Enseñar a los estudiantes análisis de datos y estadística:** Los profesores pueden proporcionar a los alumnos un conjunto de datos relacionados con un tema CTIAM y pedirles que utilicen Infogram para crear una visualización que destaque tendencias o patrones en los datos. Esto puede ayudar a los alumnos a desarrollar habilidades de análisis e interpretación de datos, que son importantes para las carreras CTIAM.

- ❖ Compartir información y promocionar proyectos y eventos CTIAM: Los profesores pueden crear carteles, folletos o infografías visualmente atractivos que muestren, por ejemplo, los próximos proyectos y eventos CTIAM en la escuela o en la comunidad. Esto puede ayudar a generar interés y entusiasmo entre los estudiantes y los padres.
- ❖ Apoyar proyectos transversales: Infogram puede utilizarse para crear visualizaciones que combinen datos de diferentes campos CTIAM, como un mapa que visualice la distribución de las fuentes de energía renovables en todo el mundo o un gráfico que muestre la correlación entre la música y las matemáticas.
- ❖ Creación de informes: Infogram puede utilizarse para crear informes que resuman información y datos complejos de forma clara y concisa. Los usuarios pueden añadir texto, imágenes y otros elementos de diseño a sus informes para hacerlos más atractivos e interesantes visualmente.

Al incorporar Infogram a su plan de estudios, los profesores pueden ofrecer a los alumnos más dotados una forma divertida y atractiva de aprender conceptos CTIAM y desarrollar importantes habilidades de análisis, visualización e interpretación de datos.

Enlace: <https://infogram.com/>

#### 4. Recursos adicionales

En conclusión, las herramientas que se han presentado son todas herramientas potentes y relevantes que pueden utilizarse para diversos fines. De hecho, en este capítulo del manual se han presentado dos herramientas de diseño digital para cada uno de los campos que componen CTIAM. Cada una de estas herramientas tiene sus propias características y puntos fuertes, pero todas comparten un objetivo común: hacer que aprender y crear sea más fácil y accesible. Tanto si eres estudiante como profesor, estas herramientas pueden ayudarte a mejorar tu educación, dar vida a tus ideas y tener un impacto positivo en el mundo que te rodea.

Si quieres saber más sobre estas herramientas digitales y aprender a utilizarlas en detalle, puedes visitar los siguientes tutoriales:

- Tutoriales de Phet: <https://phet.colorado.edu/es/teaching-resources/tipsForUsingPhet>
- Tutoriales de Tinkercad: <https://www.tinkercad.com/learn/>
- Tutoriales de Tynker: <https://www.tynker.com/support/videos>
- Tutoriales de Code.org: <https://code.org/learn>
- Tutoriales de SketchUp: <https://www.sketchup.com/learn/videos>
- Tutoriales de Algodoo: <http://www.algodoo.com/edu/video-tutorials/>
- Tutoriales de Canva: <https://designschool.canva.com/tutorials/>

- Tutoriales de *Inkscape*: <https://inkscape.org/learn/tutorials/>
- Tutoriales de GeoGebra: <https://www.geogebra.org/m/tutorials>
- Tutoriales de Infogram: <https://infogram.com/blog/tutorials/>

Estos recursos ofrecen guías paso a paso, imágenes y vídeos que te ayudarán a iniciarte en cada herramienta y a aprender a utilizar sus distintas características y funcionalidades.

## Referencias

Algodoo. (n.d.). Algodoo - Physics Simulation Software, Interactive Physics Simulations, Educational Games, Virtual Labs & Activities. Retrieved April 11, 2023, from <https://www.algodoo.com/>

Bekdemir, M., & Kocak, U. (2017). The effect of computer-aided design on the creativity of gifted students. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 4(2), 55-67.

Blikstein, P., & Worsley, M. (2016). Children as design partners: Using participatory design for children's learning. Morgan & Claypool.

Bull, G., Thompson, A., Searson, M., Garofalo, J., Park, J., Young, C., & Lee, J. (2008). Connecting informal and formal learning experiences in the age of participatory media. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 8(2), 100-107.

Canva. (n.d.). How to use Canva for education. Retrieved from <https://www.canva.com/education/>

Code.org. (2022). Diversity in computer science. <https://code.org/diversity>

Code.org. (2022). For teachers. <https://code.org/educate/curriculum/teacher-led>

Dorst, K. (2011). The core of 'design thinking' and its application. *Design Studies*, 32(6), 521-532.

Dudley, J. (2022). Tinkercad. In J. Miller (Ed.), *The 3D Printing Handbook: Technologies, design and applications* (pp. 66-73). John Wiley & Sons.

Duran, M., Brunvand, S., & Ellsworth, J. (2018). A design-based research approach to developing a STEAM maker workshop for gifted students. *Gifted Child Today*, 41(4), 195-206.

Edelson, D. C., Gordin, D. N., & Pea, R. D. (1999). Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. *The Journal of the Learning Sciences*, 8(3-4), 391-450.

Fiedler, S. H. D., Heikkinen, H. L. T., & Miettunen, J. (2017). The effect of self-directed learning skills on self-regulated learning and academic performance. *International Journal of Engineering Education*, 33(6B), 2305-2316.

GeoGebra. (n.d.). GeoGebra: The Dynamic Mathematics Software. <https://www.geogebra.org/>

GeoGebra. (n.d.). Quickstart Guide. <https://www.geogebra.org/m/hjzavhsp>

Infogram. (n.d.). Infogram. Retrieved from <https://infogram.com/>

Inkscape. (n.d.) Learning Inkscape. Retrieved from <https://inkscape.org/learn/>

Kaufman, J. C. (2018). Creativity and giftedness. In *The Routledge International Handbook of Creative Learning* (pp. 112-124). Routledge.

Kidspot. (2022). What is Tynker and Why is it a Great Tool for Kids? Retrieved from <https://www.kidspot.com.au/school/primary/school-learning/what-is-tynker-and-why-is-it-a-great-tool-for-kids/news-story/f2e7e971f849e1bb181c00d30b4f7b1c>

Kumar, V., & Puranik, V. (2020). Role of digital design tools in product design. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(1), 391-396.

Lee, H., & Cho, K. (2021). Examining the effects of cloud-based design software on student design processes. *Journal of Educational Technology & Society*, 24(1), 11-23.

Lohr, L., & Friesen, S. (2020). *Design tools and strategies for effective visual communication*. Routledge.

Martinez, L. (2017). 5 Infogram Features for Creating Engaging Visuals. Retrieved from <https://www.business.com/articles/5-infogram-features-for-creating-engaging-visuals/>

Naghshpour, P., Zargarzadeh, H., Goudarzi, M. A., & Ghareaghaji, A. A. (2018). Enhancing creativity in students using 3D modeling software. *Computers & Education*, 126, 38-52.

Pandey, S. P., Sharma, P., & Bhatt, M. (2021). Innovative use of Algodoo software in STEAM education: A review. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(8), 194-205.

Pappas, C. (2019). How to use Canva for education. *eLearning Industry*. Retrieved from <https://elearningindustry.com/how-to-use-canva-for-education>

Peppler, K., & Kafai, Y. B. (2009). Creative coding: Programming for personal expression. *The International Journal of Learning and Media*, 1(3), 1-22.

PhET Interactive Simulations. (2023). PhET. <https://phet.colorado.edu/es/teaching-resources/tipsForUsingPhet>

Roberts, D. J., Hu, W., & Isaacson, D. L. (2018). Designing games with Algodoo: Engaging students in physics while learning game design. *Journal of Educational Technology Systems*, 46(2), 201-218.

Vogt, S., Schanze, S., Pinkwart, N., & Wecker, C. (2017). The Go-Lab Ecosystem: Combining online labs, inquiry learning and citizen science. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(1), 29.

Why Tynker. (n.d.). Tynker. <https://www.tynker.com/why-tynker/>

Yoon, S. A., & Scharber, C. (2016). *Project-based learning in science education*. Springer.

# 7 El plan de estudios GIFTLED

*Poniszewska-Maranda*

Este capítulo presenta la introducción al plan de estudios GIFTLED para presentar el innovador método GIFTLED en la práctica y su aplicación en las escuelas. El método GIFTLED es el producto de este proyecto. Esta parte del manual explica en general cómo las necesidades educativas especiales de los alumnos superdotados en la educación CTIAM pueden abordarse a través del «Aprendizaje basado en el Diseño (LbyD)» con el uso de aplicaciones RA (Realidad Aumentada) y herramientas de diseño digital.

## 1. Introducción

De acuerdo con la solicitud del proyecto, la acción final en el WP2 es desarrollar un Plan de Estudios GiftLed mediante el uso de los resultados anteriores, como el manual del profesor/formador, los vídeos de Introducción al Toolkit (TIVs), el folleto de casos de estudio de realidad aumentada y la adición de nuevos recursos.

Se desarrollará y diseñará un plan de estudios para demostrar cómo puede utilizarse el método GIFTLED en las disciplinas CTIAM para la inclusión y la educación de los individuos superdotados/con talento. El plan de estudios deberá incluir partes de contenido, proceso y producto. Los siete temas se seleccionarán de las disciplinas CTIAM, como la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas, y se demostrará el contenido (objetivos y tema), el proceso (método educativo - aprendizaje por diseño) y el producto (productos creativos de aprendizaje). El plan de estudios se desarrollará mediante el uso de productos desarrollados previamente. Estos productos serán utilizados por usuarios reales (profesores y alumnos) a modo de prueba piloto y a través de «almuerzos a distancia» se tomarán sus ideas y comentarios. Tras finalizar los cinco «almuerzos a distancia» se realizará el plan de estudios.

Con este objetivo, los socios planificarán y realizarán una lluvia de ideas sobre las partes, el contenido y los ejercicios específicos del plan de estudios. Cada socio contribuirá con una parte del plan de estudios y el líder de A.2.4 (AHE) recopilará y realizará una publicación en inglés.

El plan de estudios muestra cómo usar el método GiftLed en el método «Aprendizaje basado en el Diseño (LbyD)» en la educación CTIAM de superdotados/talentos para satisfacer las necesidades educativas especiales de la educación de superdotados/talentos y el desarrollo de su talento. El método GIFTLED es un método que engloba el uso del enfoque

LbyD en la educación CTIAM. Las herramientas de RA y las herramientas de diseño digital se utilizarán como herramienta para llevar a cabo el método GIFTLED en la educación CTIAM de superdotados. El plan de estudios incluye las dimensiones de contenido (incluidos los objetivos), proceso y producto del uso del conjunto de herramientas digitales y de realidad aumentada a través del LbyD en la educación CTIAM.

## 2. El plan de estudios para superdotados en CTIAM

Las **disciplinas CTIAM**, como la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas, son actualmente los componentes importantes del proceso educativo tanto en primaria como en secundaria en cada uno de los países socios, así como en todos los países de la UE y también del mundo. Las diferentes tecnologías que se están desarrollando actualmente con gran rapidez se basan en estas disciplinas. Especialmente, las tecnologías de la información y las TIC que están presentes en nuestra vida pública y privada todos los días se unen a las disciplinas CTIAM.

El **plan de estudios** GIFTLED se basa en el método LbyD, que es un enfoque de aprendizaje basado en proyectos y en la investigación que integra la enseñanza de la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería, las Artes y las Matemáticas con el uso del pensamiento de diseño y las habilidades de resolución de problemas, así como los potenciales de creatividad en el proceso educativo CTIAM. Tiene que cumplir las normas para la educación de superdotados y la educación CTIAM que son las siguientes:

- ❖ proporcionar oportunidades para la investigación independiente,
- ❖ ofrecer cursos avanzados,
- ❖ crear oportunidades para el aprendizaje práctico,
- ❖ fomentar el aprendizaje interdisciplinario,
- ❖ ofrecer oportunidades para el diseño y la resolución de problemas,
- ❖ ofrecer tutoría y prácticas.

Los **resultados de aprendizaje** del **plan de estudios** que los alumnos alcanzarán al completar todo el programa de aprendizaje basado en el método GIFTLED son los siguientes:

RO1: máximo rendimiento de las competencias básicas

RO2: contenido más allá del plan de estudios prescrito

RO3: exposición a una variedad de campos de estudio en CTIAM

RO4: contenido seleccionado por el alumno

RO5: alta complejidad de contenidos

RO6: experiencia en pensamiento creativo y resolución de problemas

RO7: desarrollo de habilidades de pensamiento

RO8: desarrollo de capacidades de alfabetización digital

RO9: desarrollo afectivo incluyendo intrapersonal e interpersonal

RO10: desarrollo de la productividad y desarrollo de la motivación y el compromiso

Además, la **Industria 4.0** que está actualmente presente en nuestro mundo y también la Industria 5.0 que está muy cerca y estará presente en un futuro muy próximo se basan en las tecnologías TI/TIC y las disciplinas CTIAM.

La industria 4.0 o cuarta revolución industrial representa el conjunto de términos que describen los cambios sociales, industriales y tecnológicos provocados por la transformación digital de la industria. La Industria 4.0 se define como una industria moderna, apoyada en la automatización y la tecnología de la información, las nuevas tecnologías de subproducción (impresión 3D, RV, robots colaborativos), las soluciones de TI / comunicación (*Cloud Computing, Big Data, Internet de las Cosas*) y la gestión empresarial en la era de la nueva revolución industrial.

Las aplicaciones de la Industria 4.0 son las siguientes: (1) Internet de las cosas, (2) Analítica de datos y optimización sanitaria, (3) Integración de TI y creación de sistemas ciberfísicos (CPS), (4) Ciberseguridad, (5) Inteligencia artificial, (6) Impresión aditiva (impresión 3D), (7) Digital y digitalización de la producción, (8) Computación en la nube, (9) Macrodatos, (10) Realidad virtual y aumentada, (11) Robots colaborativos, (12) Robots móviles, (13) RFID, (14) Interfaces móviles, (15) *Blockchain*, (16) Geolocalización.

Era obvio que podíamos unir las disciplinas CTIAM con las tecnologías y el campo de la Industria 4.0 para introducirlas en nuestro método GIFTLED en la educación de individuos superdotados/con talento, así como en el Plan de Estudios GIFTLED. Se propone explorar los siguientes campos de aplicación de la Industria 4.0 y unirlos con las disciplinas CTIAM:

1. Ciudades inteligentes — infraestructura digital.
2. Ciudades inteligentes: energías renovables para el calor y la electricidad.
3. Ciudades inteligentes — gestión de macrodatos.
4. Transporte inteligente: usar y compartir bicicletas.
5. Transporte inteligente — vehículos eléctricos.
6. Edificios inteligentes: reducción del consumo de energía.
7. Edificios inteligentes — reciclaje de agua.

Además, estos temas son también temas verdes y dan la posibilidad a nuestros individuos superdotados/talentedos de investigar las soluciones y proyectos verdes, respetuosos con el medio ambiente y sostenibles.

Los temas propuestos deben realizarse en el conjunto de siete módulos que crean todo el programa de aprendizaje orientado a las disciplinas CTIAM y las tecnologías de la Industria 4.0, como el Internet de las Cosas, Ciberseguridad, Impresión aditiva (impresión 3D), Computación en la nube, Macrodatos, Realidad virtual y aumentada.

**Internet de las cosas:** comunicación con sensores distribuidos, dispositivos y otros elementos de red, aplicación de soluciones técnicas y sanitarias basadas en tecnologías de Internet.

**Ciberseguridad:** aplicación de medidas de seguridad para minimizar las ciberamenazas externas e internas; estrategia que incluya una metodología adecuada para el diseño de sistemas industriales/públicos/de aprendizaje/sanitarios.

**Impresión aditiva (impresión 3D):** posibilidades de creación rápida de prototipos de elementos y producción de piezas con formas y funciones inusuales; producción de bajo y medio volumen de plásticos, resinas y metales.

**Computación en la nube:** estructuras informáticas distribuidas que permiten el almacenamiento y procesamiento de datos a distancia; virtualización de recursos y capacidad de ampliar fácilmente los sistemas; preocupaciones relacionadas con la seguridad de los datos y la ciberdelincuencia.

**Macrodatos:** análisis de conjuntos de macrodatos mediante algoritmos avanzados de análisis e inteligencia artificial.

**Realidad virtual y aumentada:** apoyo a ingenieros y técnicos durante los trabajos de diseño y servicio gracias al uso de gafas u otros dispositivos de realidad virtual y aumentada; formación virtual que reduce los costes de introducción de nuevos empleados.

También es posible identificar los resultados prácticos del aprendizaje que los alumnos alcanzarán al completar las tareas/actividades/proyectos desafiados en el programa de aprendizaje de la siguiente manera:

RO-P1: Comprender el concepto de ciudad inteligente y reconocer el papel de CTIAM en el desarrollo de soluciones para ciudades inteligentes.

RO-P2: Investigar la contribución de CTIAM y la Industria 4.0 en la energía renovable para alimentar las ciudades inteligentes.

RO-P3: Considerar cómo se capturan, almacenan, analizan y gestionan los datos en la ciudad inteligente.

RO-P4: Explorar las tecnologías que permiten el desarrollo del transporte inteligente en las ciudades.

RO-P5: Identificar el papel de los vehículos eléctricos en las ciudades inteligentes.

RO-P6: Examinar la eficiencia de los recursos en los edificios inteligentes.

RO-P7: Explorar las posibilidades de ahorrar agua.

### 3. Componentes de contenido, proceso, producto y entorno/herramienta del plan de estudios GIFTLED

**Título:** Programa de Aprendizaje GIFTLED

**Nivel:** Alumnos de enseñanza primaria/secundaria de 10 a 18 años

**Modalidad de impartición:** Presencial

**Duración sugerida:** 4 horas presenciales por semana (2 x 2 reuniones por semana) — durante un período de 7 semanas (28 horas en total)

**Objetivo:** El objetivo principal del programa de aprendizaje curricular GIFTLED es estimular el interés y las competencias de las personas superdotadas/con talento en las asignaturas CTIAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) mediante el uso del método de LbyD. Se basa en el aprendizaje basado en proyectos, el pensamiento de diseño y las habilidades de resolución de problemas. Este propósito se conseguirá introduciendo los conceptos que tienen aplicaciones en la vida real dentro del contexto de la Industria 4.0 y las ciudades inteligentes.

**Recursos básicos:** Aplicaciones AR, Herramientas de diseño digital (DDTs toolkit).

**Contenidos:** El plan de estudios está diseñado para ser impartido en 7 módulos presenciales para individuos superdotados/con talento:

**Módulo I.** Ciudades inteligentes — Infraestructura digital

**Módulo II.** Ciudades inteligentes — energías renovables para el calefacción y electricidad

**Módulo III.** Ciudades inteligentes — gestión de macrodatos

**Módulo IV.** Transporte inteligente — usar y compartir bicicletas

**Módulo V.** Transporte inteligente — vehículos eléctricos

**Módulo VI.** Edificios inteligentes — Reducción del consumo de energía

**Módulo VII.** Edificios inteligentes — reciclaje del agua

Cada módulo debe definirse en el plan de estudios GIFTLED de acuerdo con la tabla 7.1.

Resultados del aprendizaje	Descripción del contenido del módulo	Métodos y recursos para el aprendizaje de módulos	Disciplinas CTIAM y herramientas CTIAM a utilizar	Aplicación de RA a utilizar	Criterios de evaluación	Horario y duración
.....	.....					
.....	.....					

Tabla 7.1 Plantilla de estructura para la definición de módulos en el plan de estudios GIFTLED

El proceso propuesto por el plan de estudios GIFTLED se basa en el enfoque del LbyD. La realización de los módulos enumerados anteriormente debe llevarse a cabo de acuerdo con este proceso, descrito en el capítulo 1 del manual. Este proceso supone que los tres primeros pasos del enfoque LbyD se realizan mediante el uso de herramientas RA (Capítulo 5 del Manual). El cuarto y final paso del LbyD, en el que los alumnos diseñan o producen las soluciones al problema, se realiza mediante el uso de herramientas de diseño digital, presentadas en la Tabla 7.2 (descritas en el Capítulo 6 del Manual).

Las soluciones y los productos diseñados y/o elaborados por los alumnos durante la realización de los módulos pueden ser diferentes. Depende de los casos prácticos propuestos en el marco del plan de estudios GIFTLED y en el marco de las propuestas de los profesores durante las clases con los alumnos. Sin embargo, cada vez deben adaptarse al nivel de conocimientos de los alumnos, a su experiencia y a su inteligencia.

La aplicación de RA (realidad aumentada) que se sugiere utilizar en la realización de los tres primeros pasos de los módulos según el enfoque LbyD que apoya el plan de estudios GIFTLED es la herramienta Zappar ([www.zappar.com](http://www.zappar.com)). Zappar conecta el mundo digital con las cosas que rodean al usuario. Es como abrirse a otra dimensión en la que las cosas cotidianas pueden transformarse para desbloquear un vídeo, un juego e incluso personajes en 3D con los que el usuario puede jugar directamente.

Las herramientas de diseño digital CTIAM que se sugieren utilizar en la aplicación de los módulos concretos se eligieron en función de sus características, funciones, libre acceso y dificultades moderadas. Juntas forman el conjunto de herramientas de diseño digital GIFTLED. Las herramientas sugeridas se presentan en la tabla 7.2 divididas según las disciplinas CTIAM.

Disciplina CTIAM	Herramientas de diseño digital CTIAM para usar

1	Ciencia	Go-Lab, <a href="https://www.tinkercad.com/">https://www.tinkercad.com/</a> Tinkercad, <a href="https://www.golabz.eu/">https://www.golabz.eu/</a>
2	Tecnología/Codificación	Code, <a href="https://code.org/">https://code.org/</a> Tynker, <a href="https://www.tynker.com/">https://www.tynker.com/</a>
3	Ingeniería	SketchUp, <a href="https://www.sketchup.com/products">https://www.sketchup.com/products</a> Algodoo, <a href="http://www.algodoo.com/">http://www.algodoo.com/</a>
4	Arte	Canva, <a href="https://www.canva.com/">https://www.canva.com/</a> PowToon, <a href="https://www.powtoon.com/">https://www.powtoon.com/</a>
5	Matemáticas	GeoGebra, <a href="https://www.geogebra.org/?lang=en">https://www.geogebra.org/?lang=en</a> Infogram, <a href="https://infogram.com/">https://infogram.com/</a>

Tabla 7.2 Herramientas divididas según las disciplinas CTIAM sugeridas para el plan de estudios GIFTLED

#### 4. GIFTLED en las clases CTIAM: Cómo ponerlo en práctica

Esta parte del plan de estudios GIFTLED presenta cada módulo en detalle, especificando especialmente cómo implementarlo en las clases CTIAM por parte de los profesores y las personas superdotadas/con talento.

Se recomienda realizar cada módulo en forma de proyecto realizado individualmente por cada alumno o por pequeños grupos de alumnos.

Para especificar los métodos de implementación del plan de estudios GIFTLED en una clase es necesario definir para cada módulo los siguientes elementos:

1. Objetivo del módulo/proyecto.
2. Tareas/actividades del módulo realizadas tanto en clase como en casa utilizando las aplicaciones RA y las herramientas CTIAM seleccionadas.
3. Recursos entregados por el programa de aprendizaje GIFTLED.
4. Tiempo necesario para realizar las tareas/actividades/proyectos.
5. Evaluación formativa del módulo.

El método GIFTLED integra aplicaciones de RA y herramientas de diseño digital que se utilizan en el enfoque de «aprendizaje basado en el diseño» en la educación CTIAM. Los profesores utilizarán herramientas de RA en las tres primeras etapas del LbyD, por lo que

1. *Práctica Situada* — uso de Ra para experimentar el campo del conocimiento
2. *Instrucciones abiertas* — uso de RA para conceptualizar

### 3. *Encuadre crítico* — uso de RA para el análisis, la evaluación y la aplicación.

En la cuarta fase del enfoque, la *Práctica Transformada*, los alumnos utilizarán herramientas de diseño digital (DDT) para aplicar los conocimientos y diseñar sus propios productos de aprendizaje creativo.

## 6. Recursos adicionales

Cada módulo o tema del plan de estudios GIFTLED realizado en el marco de las disciplinas CTIAM puede apoyarse en los recursos adicionales que serán útiles para que alumnos y profesores gestionen sus trabajos.

## Referencias

Ng, T.C., Lau, S.Y., Ghobakhloo, M., Fathi, M., and Liang, M.S. (2022). The Application of Industry 4.0 Technological Constituents for Sustainable Manufacturing: A Content-Centric Review. *Sustainability*, 14, 4327.

V. Alcácer, and V. Cruz-Machado (2019). Scanning the Industry 4.0: A Literature Review on Technologies for Manufacturing Systems, Engineering Science and Technology. *International Journal*, 22(3), pp. 899-919, ISSN 2215-0986.

Shatunova, O., Anisimova, T., Sabirova, F., and Kalimullina, O. (2019). STEAM as an innovative educational technology. *Journal of Social Studies Education Research*, 10.2, pp. 131-144.

Nguyen, L. T. K. (2022). STEAM education in the context of industry 4.0: Challenges and solutions to promote steam education to full spread and success. *VNUHCM Journal of Social Sciences and Humanities*, Vol. 6.SI.

Sari, W. K., and Wilujeng, I. (2020). Education change in the industry 4.0: Candidate science teacher perspective. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440 (1), IOP Publishing.

Yeleusinov, B., Kasymova A., Yeleusinov A., and Kushanova, I. (2022). The role of the STEAM approach in the development of the education system. *Sciences of Europe*, 105, pp. 43-45.

Skowronek, M., Gilberti, R. M., Petro, M., Sancomb, C., Maddern, S., and Jankovic, J. (2022). Inclusive STEAM education in diverse disciplines of sustainable energy and AI. *Energy and AI*, 7, pp. 100124.

Idin, S. (2018). An overview of STEM education and industry 4.0. *Research highlights in STEM Education*, pp. 194.

Jesionkowska, J., Wild, F., and Deval, Y. (2020). Active learning augmented reality for STEAM education – A case study. *Education Sciences*, 10(8), p. 198



# GIFTLED

Educación CTIAM para personas superdotadas

---

Proyecto N°:

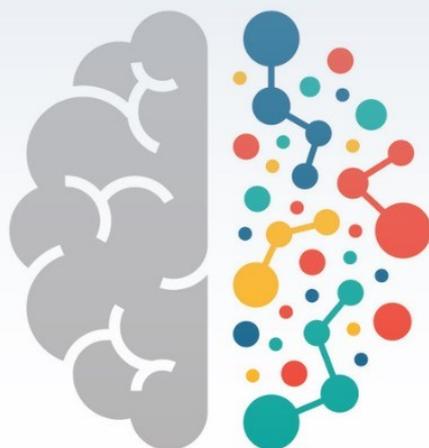
2022-1-PL01-KA220-SCH-000087644



Co-funded by  
the European Union

This project has been funded with support from the European Commission.  
This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

PROJECT N°:  
2022-1-PL01-KA220-SCH-000087644



**GIFTLED**

Educación CTIAM para personas superdotadas

