



MAR CARIBE
EDITORIAL

**LA INTELIGENCIA LÓGICA
MATEMÁTICA: CAPACIDAD
DEDUCTIVA Y HABILIDADES
COGNITIVAS**

LIBRO DE INVESTIGACIÓN

**JOSEFINA ARIMATEA GARCÍA CRUZ
MÓNICA BEATRIZ LA CHIRA LOLI
MANUEL ABELARDO ALCÁNTARA RAMIREZ
AQUILES ARAUCO BENAVIDES
JENNY MARIA RUIZ SALAZAR
FIDENCIO ORE CABRERA**

DEPÓSITO LEGAL NRO. 202309732

ISBN: 978-612-5124-14-2



9 786125 1124142

La Inteligencia Lógica matemática: capacidad deductiva y habilidades cognitivas

Josefina Arimatea García Cruz, Mónica Beatriz La Chira Loli, Manuel Abelardo Alcántara Ramirez, Aquiles Arauco Benavides, Jenny Maria Ruiz Salazar, Fidencio Ore Cabrera

© Josefina Arimatea García Cruz, Mónica Beatriz La Chira Loli, Manuel Abelardo Alcántara Ramirez, Aquiles Arauco Benavides, Jenny Maria Ruiz Salazar, Fidencio Ore Cabrera, 2023

Jefe de arte: Yelitza Sánchez

Diseño de cubierta: Yelitza Sánchez

Ilustraciones: Ysaelen Odor

Editado por: Editorial Mar Caribe de Josefrank Pernaleté Lugo

Jr. Leoncio Prado, 1355 – Magdalena del Mar, Lima-Perú. RUC: 15605646601

Libro electrónico disponible en http://editorialmarcaribe.es/?page_id=1863

Primera edición – octubre 2023

Formato: electrónico

ISBN: 978-612-5124-14-2

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°: 202309732

La Inteligencia Lógica matemática: capacidad deductiva y habilidades cognitivas

Josefina Arimatea García Cruz, Mónica Beatriz La Chira Loli, Manuel Abelardo Alcántara Ramirez, Aquiles Arauco Benavides, Jenny Maria Ruiz Salazar, Fidencio Ore Cabrera

2023

Tabla de contenido

Prólogo.....	5
Capítulo 1.....	7
La lógica matemática	7
Desarrollo de la inteligencia lógica matemática	14
Las herramientas de comunicación en la inteligencia lógica matemática.....	17
Valoración de la inteligencia lógica matemática.....	20
Capítulo 2.....	27
Matemáticas y capacidad deductiva.....	27
Conocimientos.....	27
Matemáticas: el problema didáctico filosófico	43
Capítulo 3.....	53
Matemáticas y habilidades cognitivas	53
El desarrollo del pensamiento lógico matemático	53
Las Teorías de Piaget y de Vygotsky para el desarrollo cognitivo.....	53
Capítulo 4.....	77
Perspectivas de Vigotsky y Piaget en el pensamiento lógico y las habilidades cognitivas	77
Las habilidades cognitivas y sociales para la resolución de problemas matemáticos.....	80
Cognición: estrategias	84
Conclusión	89
Referencias bibliográficas.....	91

Prólogo

La inteligencia lógica, se refiere a la capacidad de usar habilidades cognitivas para manipular proposiciones. Implica utilizar conocimientos o creencias existentes para navegar hacia territorios desconocidos que probablemente tengan similitudes o equivalencias. Es de enfatizar que esta capacidad juega un papel crucial en la resolución de problemas y es vital para mejorar el razonamiento, la deducción y el pensamiento abstracto en su conjunto

Según Antunes (2004), las matemáticas no son el único campo, sino uno destacado, donde la experimentación y el desarrollo del pensamiento lógico van de la mano. Esta fuerte conexión entre el pensamiento lógico y el desempeño matemático ha sido reconocida por mucho tiempo. De manera similar, Gardner destaca que los estudiantes que sobresalen en matemáticas muestran una profunda fascinación por los números, particularmente cuando se trata de realizar operaciones, combinarlas y aplicar fórmulas. Estos estudiantes también poseen una curiosidad natural y obtienen placer al involucrarse en problemas sin resolver que despierten su interés, explorándolos y experimentando activamente con ellos.

El objetivo principal de este libro es exponer la correlación que existe entre la inteligencia lógico-matemática, la capacidad de deducción, las habilidades cognitivas y los logros académicos de los estudiantes. Se profundizará en la intrincada y compleja relación entre la capacidad cognitiva para razonar lógicamente y matemáticamente y su impacto en el rendimiento académico general de los estudiantes. Al explorar exhaustivamente esta conexión, el libro pretende arrojar luz sobre la importancia, las implicaciones y los beneficios potenciales que una inteligencia lógico-matemática mejorada puede tener en los logros académicos .

El libro consta de tres capítulos distintos que organizan eficazmente su contenido. El primer capítulo está centrado en la lógica matemática, incluyendo su caracterización y formulación. De igual forma se desarrollan puntos como: Las herramientas de comunicación en la inteligencia, las concepciones y fundamentación de la inteligencia lógica matemática entre otros. El segundo capítulo, trata sobre las matemáticas y la capacidad deductiva, poniendo especial énfasis en la lógica matemática, su propósito y utilidades

El tercer capítulo relaciona la inteligencia lógica matemática, con las habilidades cognitivas que son cruciales para asegurar resultados confiables y válidos. Entre los puntos tocados en este capítulo se encuentran: Problemas matemáticos y el desarrollo de habilidades, se hace la exposición de una experiencia de investigación en el ámbito ecuatoriano y se desarrolla ampliamente las teorías cognoscitivas: Piaget y Vygotsky.

La teoría del desarrollo de Piaget proporciona información valiosa sobre cómo los niños entienden e interpretan el mundo a medida que crecen. Su trabajo ha tenido un profundo impacto en nuestra comprensión del desarrollo infantil, desafiando la noción de que los niños son seres pasivos formados únicamente por su entorno. La teoría de Piaget enfatiza que los niños son

participantes activos en su propio aprendizaje, comportándose como "pequeños científicos" mientras buscan dar sentido al mundo. Tienen sus propias formas únicas de pensar y saber, que siguen patrones predecibles de desarrollo a medida que maduran e interactúan con su entorno. A medida que los niños forman representaciones mentales, se relacionan activamente con su entorno e influyen en él, lo que lleva a una interacción recíproca. Esto significa que los niños buscan activamente el conocimiento a través de sus interacciones con el mundo, y su propia lógica y medios de conocimiento evolucionan con el tiempo.

Jean Piaget fue una figura pionera en el campo de la psicología, particularmente conocido por sus contribuciones a la teoría constructivista. Según Piaget, los niños no son receptores pasivos de conocimiento, sino participantes activos en la construcción de su comprensión del mundo que les rodea. Este proceso implica utilizar su conocimiento existente e interpretar nueva información y experiencias. La extensa investigación de Piaget se centró principalmente en investigar las formas en que los niños adquieren conocimientos y se desarrollan cognitivamente. En lugar de simplemente examinar lo que saben los niños, Piaget estaba profundamente intrigado por cómo piensan y abordan los problemas, ya que creía que el desarrollo cognitivo está estrechamente relacionado con la capacidad de un niño para razonar y dar sentido a su entorno.

Asimismo en el tercer capítulo, existe un aparte sobre Vygotsky, una figura destacada en el campo de la psicología rusa, quien presentó una teoría sobre el desarrollo infantil que estuvo fuertemente influenciada por los acontecimientos históricos que tuvieron lugar durante su época. Él creía firmemente que para comprender verdaderamente el desarrollo de un niño, uno debe tener una comprensión de la cultura en la que se cría. Según él, los patrones de pensamiento y las habilidades cognitivas de un individuo no están determinados únicamente por factores innatos, sino que están fuertemente moldeados por las instituciones culturales y las actividades sociales a las que están expuestos. Además, Vygotsky creía que es responsabilidad de la sociedad adulta impartir su conocimiento y sabiduría colectivos a los miembros más jóvenes y menos avanzados para fomentar y estimular su crecimiento intelectual.

Capítulo 1

La lógica matemática

En la cultura occidental se han valorado mucho las inteligencias lógico-matemáticas y lingüísticas. La educación tradicional típicamente ha categorizado a los estudiantes en dos grupos: aquellos inclinados hacia las ciencias y aquellos inclinados hacia las humanidades. Gardner (1983) reconoce la importancia de ambas inteligencias en la educación formal y las incorpora a su modelo de Inteligencias Múltiples (IM). Sin embargo, Gardner amplía su tipología para incluir un total de ocho amplias áreas de conocimiento, con el objetivo de brindar a los educadores un conjunto completo de herramientas para evaluar y fomentar las capacidades individuales.

Cuando nos enfocamos en la inteligencia lógico-matemática, es crucial notar, según la teoría de Piaget, que el desarrollo de la comprensión matemática comienza cuando un niño interactúa por primera vez con objetos y comienza a relacionarse con ellos. A medida que el niño avanza, su comprensión se vuelve más abstracta, desconectándose gradualmente del mundo tangible que le rodea (Piaget, 1969). Este desarrollo del pensamiento lógico-matemático se puede observar a través de varias etapas:

La primera etapa del desarrollo, conocida como etapa sensoriomotora, ocurre desde el nacimiento hasta alrededor de los dos años de edad. Durante esta etapa, los niños pueden imitar las acciones que observan de los demás, así como combinar acciones simples para crear otras nuevas. Además, hay indicios de que su comportamiento está impulsado por la intencionalidad, lo que sugiere una conciencia y un propósito crecientes detrás de sus acciones.

Por ejemplo, un niño de tres años puede demostrar esto por su comportamiento cuando se le presenta un juego de dulces. Inicialmente, cuando los dulces se distribuyen en un área grande, el niño puede elegir una mayor cantidad de dulces. Sin embargo, su juicio y decisión pueden cambiar cuando se agrupa la misma cantidad de dulces en un área más pequeña. Esto ejemplifica su comprensión en desarrollo de la cantidad, pero también destaca su falta de razonamiento lógico consistente en esta etapa del desarrollo cognitivo. Durante el período preoperatorio, que generalmente ocurre entre las edades de 2 y 7 años, los niños experimentan un desarrollo cognitivo significativo a medida que pasan de ser bebés a la primera infancia. Durante esta etapa, comienzan a desarrollar una comprensión intuitiva de varios conceptos, como números y causalidad. Aunque pueden aplicar estos conceptos en situaciones prácticas, su uso aún no es sistemático ni lógico.

Durante la etapa de operaciones concretas, que generalmente ocurre entre los 7 y los 11 años, los niños desarrollan la capacidad de comprender y aplicar relaciones causales y cuantitativas. Por ejemplo, pueden reconocer que la cantidad de dulces en una pila sigue siendo la misma siempre que no se agreguen o quiten dulces. Esta capacidad de pensar de forma reversible permite a los niños captar conceptos abstractos necesarios para la inteligencia lógico-matemática.

Finalmente, a medida que el niño llega a la edad de 11 o 12 años y entra en la etapa de operaciones formales, se produce un importante desarrollo cognitivo. Esta etapa marca el surgimiento de la capacidad del niño para involucrarse con conceptos abstractos y emplear el pensamiento hipotético-deductivo. A través de esta habilidad cognitiva recién descubierta, el niño adquiere la capacidad de formular y validar hipótesis. Este hito cognitivo crucial, identificado por Piaget en 1965, significa un salto sustancial en la capacidad cognitiva del niño y significa su progresión hacia habilidades avanzadas de razonamiento y procesamiento cognitivo.

Según algunos expertos, Piaget creía que la inteligencia lógico-matemática se desarrolla a través de la manipulación de objetos y la capacidad de pensar sobre ellos mediante el pensamiento concreto y formal. El trabajo de Piaget ha proporcionado una sólida base teórica para la inteligencia lógico-matemática y ha sido respaldado por numerosos estudios empíricos, lo que ha dado lugar a valiosas aplicaciones e implicaciones educativas.

Si bien la contribución de Piaget al desarrollo cognitivo es ampliamente reconocida, es importante señalar que su explicación se centra principalmente en el pensamiento lógico-matemático, sin abordar completamente otros tipos de inteligencias, como las habilidades artísticas, sociales y emocionales, que también juegan un papel en el rendimiento académico. La evaluación del razonamiento lógico-matemático en niños pequeños a menudo se ha realizado a través de medidas psicométricas tradicionales, que tienen sus limitaciones, particularmente para niños de minorías étnicas o con dificultades de lenguaje.

Estas medidas están descontextualizadas y dependen en gran medida del lenguaje, lo que pone a ciertos niños en desventaja. Aunque ha habido numerosas experiencias escolares utilizando la metodología de inteligencias múltiples (IM) con estudiantes jóvenes, hay relativamente pocos estudios empíricos que hayan examinado específicamente su eficacia con niños. Por ejemplo, Ferrándiz realizó un análisis factorial para validar el modelo de evaluación de las inteligencias múltiples, mientras que Ballester analizó más a fondo los factores y encontró apoyo para el modelo teórico de Gardner, que enfatiza la existencia de capacidades distintas e independientes.

Por lo tanto, según el modelo IM, el objetivo es evaluar las habilidades cognitivas en varias inteligencias, incluidas la lingüística, la lógico-matemática, la espacial, la musical, la naturalista y la corporal-kinestésica. Estas inteligencias abarcan una gama de habilidades y competencias que son inherentemente parte del currículo escolar, como lo describe Gardner (1983). En el marco de la IM, la inteligencia lógico-matemática se define como la capacidad para desarrollar soluciones y resolver problemas, organizar elementos para derivar deducciones lógicas y sustentarlas con argumentos sólidos.

Los estudiantes que exhiben sólidas habilidades de razonamiento matemático no solo disfrutan de la maravilla de los números y sus combinaciones, sino que también tienen un gran interés en aplicar fórmulas más allá de los límites de un entorno de laboratorio. Obtienen placer al

experimentar, plantear preguntas y resolver problemas lógicos. Estos estudiantes poseen una inclinación natural por la exploración y el pensamiento profundo, a menudo utilizando materiales y objetos científicos para la manipulación.

Poseen la capacidad de identificar y establecer conexiones entre objetos que pueden pasar desapercibidos para los demás. Prosperan cuando se les presentan problemas desafiantes que requieren un pensamiento crítico y divergente, demostrando habilidades excepcionales de razonamiento inductivo y deductivo. Además, disfrutan la oportunidad de aportar soluciones y superar desafíos lógico-matemáticos complejos. Estos estudiantes se complacen en aplicar sus habilidades matemáticas excepcionales a situaciones de la vida real. Poseen una naturaleza inquisitiva, buscan constantemente el conocimiento y son incansables en su búsqueda de respuestas. Los juegos de estrategia, que requieren una meticulosa planificación y anticipación de los movimientos, resultan muy atractivos para personas con una extraordinaria inteligencia lógico-matemática. Sin embargo, es importante señalar que poseer una inteligencia lógico-matemática excepcional no garantiza un alto rendimiento académico en matemáticas.

Los seres humanos que poseen una fuerte aptitud para el razonamiento matemático y lógico tienen la capacidad de resolver eficientemente problemas que involucran múltiples variables. A través de su evolución cognitiva, desarrollan la capacidad de generar teorías, que luego son evaluadas y aceptadas o rechazadas según el contexto específico o el problema en cuestión. Este proceso requiere diversas habilidades cognitivas, como identificar patrones y modelos, realizar cálculos, formular y probar hipótesis y emplear con rigor el método científico.

No obstante, la inteligencia no se limita solo a las habilidades matemáticas y lógicas. Howard Gardner, profesor de la Universidad de Harvard, ha identificado otras seis inteligencias fundamentales que son inherentes pero que también pueden nutrirse dentro de un contexto histórico y social. Esta teoría ha provocado cambios en los escenarios educativos, ya que reconoce la individualidad de cada alumno en el desarrollo de diferentes inteligencias, que a su vez influyen en su proceso de aprendizaje.

Por otra parte, el avance de los sistemas informáticos presenta un desafío en la creación de software que se adapta a una amplia gama de actividades humanas. El aula y otros entornos de innovación tecnológica proporcionan una plataforma ideal para desarrollar los recursos necesarios para fomentar altos niveles de competencia. Es en este contexto que el desarrollo de la inteligencia para la producción de software se vuelve crucial.

En el siglo XXI, hay un énfasis en el cultivo de habilidades fundamentales de pensamiento y habilidades personales en la educación de las personas. Estas habilidades priorizan su competencia en lectura, escritura, aritmética, matemáticas y razonamiento. Otra habilidad crucial que desarrollar es la resolución de problemas, junto con la capacidad de aprender y aplicar nuevos conocimientos de manera efectiva. Es evidente que los estudiantes en proceso de formación deben

poseer una fuerte mentalidad analítica para el abordaje de problemas, que les permita construir estrategias para la resolución de algoritmos. Este proceso comienza con la identificación precisa del problema, seguido de un análisis exhaustivo para determinar posibles rutas de solución y construir estructuras viables que faciliten la resolución de problemas.

Para examinar a fondo el concepto de inteligencias múltiples, es crucial establecer una comprensión clara de la inteligencia en sí misma. La inteligencia se puede definir como la capacidad inherente que diferencia a los humanos de los animales, abarcando las facultades de razonamiento y pensamiento lógico. Estas habilidades cognitivas sirven como base para la adquisición de habilidades de resolución de problemas, particularmente en el ámbito de la tecnología y la ingeniería de software.

A través de la exploración de este tema, podemos profundizar en la comprensión de cómo se manifiesta la inteligencia en los individuos, fomentando el desarrollo de procesos de pensamiento más refinados y sofisticados. Esto implica perfeccionar las habilidades de análisis, argumentación y razonamiento, que son esenciales para construir algoritmos altamente eficientes. Estos algoritmos, a su vez, permiten la resolución sistemática y eficiente de problemas siguiendo una secuencia lógica de pasos, adaptados para abordar desafíos específicos.

Con el reconocimiento de que existen múltiples formas de inteligencia en lugar de una sola, y que el intelecto humano se desarrolla a través de una progresión lineal y acumulativa, la enseñanza de algoritmos enfrenta importantes desafíos. Una de las inteligencias que posee el ser humano es la Lógica matemática, que se refiere a la capacidad de resolver problemas cumpliendo requisitos específicos encaminados a encontrar una solución. En consecuencia, las prácticas pedagógicas deben modificarse significativamente para ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de pensamiento abstracto y utilizar la lógica y los números para establecer conexiones entre diferentes conjuntos de datos. Esta transformación es necesaria para que los estudiantes se destaquen en la resolución de problemas, realicen cálculos matemáticos complejos y empleen el razonamiento lógico, y adquieran las siguientes habilidades:

- Conectar conceptos y teorías.
- Razón deductiva e inductiva.
- Análisis de conceptos abstractos que presentan cosas concretas.

Para adquirir estas habilidades, el estudiante, junto con el profesor, debe realizar diversas prácticas y actividades que le permitan:

- Extraer reglas y conceptos del material escrito a través del razonamiento deductivo.
- Conectar los conocimientos adquiridos con sus experiencias de la vida diaria.

- Utilizar efectivamente el marco de mapas conceptuales para construir teorías mediante la integración de conceptos interconectados que validan una definición o regla dada.
- Mejorar su capacidad de visualizar conceptos abstractos a través de ejercicios, desarrollando así una fuerte aptitud para la abstracción. Además, esta aptitud se perfecciona aún más a través de la participación en intrincados talleres de competencia lógica y racional, donde el estudiante adquiere la capacidad de resolver con soltura algoritmos complejos en su organización.

¿Qué diferencia a los que poseen dones matemáticos? Por lo general, los matemáticos no sobresalen en campos como las finanzas o el derecho. En cambio, su rasgo definitorio es su pasión por trabajar con conceptos abstractos. Gardner argumenta que está claro que los seres humanos aprenden de varias maneras, por lo que es ilógico esperar que todos los estudiantes aprendan de la misma manera. Identificar sus inteligencias únicas, determinar cuáles están más desarrolladas y utilizarlas para encontrar soluciones es crucial para el autodescubrimiento y la búsqueda de un proyecto de vida significativo.

Cada individuo posee una multitud de inteligencias, cada una distinta y evolucionando a su manera. Estas inteligencias están influenciadas por una combinación de factores biológicos, interacciones con el medio ambiente y el significado cultural derivado de las experiencias personales. Se entrelazan y coexisten dentro de cada persona, siendo utilizados de diversas maneras y con distintos grados de intensidad, pero siempre de una manera única y específica para ese individuo. En consecuencia, se vuelve imperativo desarrollar un concepto novedoso y un sistema de evaluación que reconozca la naturaleza multifacética de la inteligencia humana. Continuar evaluando las capacidades intelectuales de una persona basándose únicamente en una inteligencia es insuficiente, ya que no reconoce la naturaleza holística e intrincada de los seres humanos. Esta realización amanece sobre nosotros en el día de hoy.

En todo emprendimiento existe una serie de pasos que se deben dar para revolucionar el proceso de adquisición de conocimientos. El paso inicial implica comprender la teoría de las inteligencias múltiples, un elemento crucial que deben comprender los educadores que estén dispuestos a participar activamente en este viaje transformador. En un sentido más amplio, se vuelve imperativo elegir cuidadosamente y preparar adecuadamente a los individuos involucrados en el proceso educativo, particularmente a aquellos que tienen la responsabilidad de impartir conocimientos sobre algoritmos. Estas personas deben poseer un conocimiento profundo de que la enseñanza de algoritmos requiere involucrar a los estudiantes con conceptos abstractos e intrincados y argumentos intrincados, al mismo tiempo que los alienta a construir marcos mentales, identificar conexiones lógicas y formular declaraciones y proposiciones.

Los docentes también deben centrarse en desarrollar estrategias didácticas y crear nuevos métodos de evaluación. Una vez establecido un plan de enseñanza y evaluación, es importante que

los estudiantes de algoritmos potencien su inteligencia lógico-matemática a través de actividades que involucren objetos y la capacidad de medir y cuantificar cosas, partiendo de conceptos concretos y progresando hacia ideas más abstractas. Es crucial que los estudiantes desarrollen su capacidad mental para usar números de manera efectiva y pensar lógicamente. En esencia, los docentes deben esforzarse por estimular acciones pedagógicas utilizando un enfoque sociocrítico que enfatice la capacidad de razonar con complejidad, resolver problemas matemáticos desafiantes y formular hipótesis utilizando una estrategia de enseñanza y aprendizaje inductiva.

Este proceso sirve como base para la capacidad de un estudiante para reconocer patrones lógicos y las conexiones formadas dentro de ellos, lo que finalmente permite que el individuo genere declaraciones y proposiciones. Asimismo, facilita el desarrollo de relaciones abstractas entre patrones abstractos, como la capacidad de contar de dos en dos o realizar cálculos cotidianos rápidos y precisos. Además, empodera a los estudiantes para establecer conexiones y relaciones entre piezas de información aparentemente dispares o no relacionadas, fomentando sus habilidades cognitivas generales.

El desarrollo de habilidades de pensamiento lógico-matemático en la clase de Algoritmos es motivo de preocupación ya que no todos los estudiantes son capaces de captar el nivel de abstracción necesario para resolver problemas en una secuencia lógica. Esto ha llevado a la necesidad de nuevos enfoques en el plan de estudios, incluidos cambios en el contenido, los métodos de enseñanza y los estilos de aprendizaje de los estudiantes, para satisfacer las demandas de la materia.

Como resultado, la enseñanza de algoritmos es vista como un proceso donde los estudiantes construyen marcos lógicos y niveles de abstracción a través de su actividad cognitiva. A pesar de los numerosos intentos de mejorar el desempeño de los estudiantes en este módulo, existe una dificultad creciente para identificar dónde se encuentra el potencial de los estudiantes y cuál es su estilo de aprendizaje preferido. Esto se vuelve problemático cuando un estudiante con fuertes habilidades manuales está estudiando un curso técnico que requiere razonamiento abstracto. Es importante abordar este tema, considerando que el actual modelo instruccional utilizado para la enseñanza de algoritmos ya no satisface las necesidades de los estudiantes ni el perfil deseado de un ingeniero o tecnólogo.

El enfoque tradicional del profesor que explica los problemas modelo y proporciona ejercicios para que los estudiantes los resuelvan, a menudo seguido de evaluaciones de fuentes desconocidas, ya no es efectivo. En cambio, el docente debe enfocarse en encontrar nuevos modelos que garanticen un verdadero aprendizaje, evitando la desmotivación y la frustración de los estudiantes que se esfuerzan intelectualmente pero no ven resultados exitosos. Para lograrlo, es necesario planificar e implementar estrategias de aprendizaje que involucren la inteligencia asociativa, racional e inductiva, alineadas con los intereses de los estudiantes.

Si bien existen consideraciones ciertamente importantes con respecto al concepto de inteligencias múltiples en la educación, como lo destaca Howard Gardner, estas consideraciones han tenido un profundo impacto en numerosos educadores, impulsándolos a cuestionar sus métodos de enseñanza y mirar más allá de los estrechos límites de los estándares convencionales como calificaciones, planes de estudio y evaluaciones.

Esto ha permitido establecer dinámicas que permiten a los educadores definir estrategias de enseñanza y aprendizaje en función de cómo aprenden los estudiantes y en qué momentos específicos se involucran en el aprendizaje. Esto es particularmente crucial en el ámbito del desarrollo de algoritmos de aprendizaje. Para cultivar efectivamente la inteligencia lógico-matemática en los estudiantes, es imperativo enfocarse en ciertas prácticas pedagógicas.

Estas prácticas implican el análisis de problemas que están vinculados a situaciones de la vida real, fomentando el desarrollo del razonamiento deductivo e inductivo a partir de la información existente, la construcción de mapas conceptuales para establecer reglas específicas asociadas a la información disponible, la realización constante de ejercicios abstractos, la organización de talleres que fomenten análisis complejos para llegar a soluciones efectivas, realizando talleres lógico-matemáticos que potencien la agudeza mental y la utilización eficiente de los números, y fomentando la retroalimentación periódica entre alumnos y profesores. A través de este proceso de retroalimentación, los maestros obtienen información valiosa sobre los análisis de situaciones específicas de los estudiantes, lo que les permite refinar y mejorar aún más el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Para fomentar el desarrollo de habilidades de análisis, habilidades de razonamiento lógico y pensamiento abstracto, es imperativo, tanto desde el punto de vista pedagógico como de conocimiento, que se aliente a los estudiantes a:

- Adquirir competencia en procedimientos de cálculo de varios pasos
- Ofrecer soluciones a problemas matemáticos
- Comprender el significado de las operaciones y las conexiones entre ellas
- Idear estrategias de resolución de problemas para diversas situaciones
- Aplicar la lógica matemática a contextos del mundo real al realizar cálculos
- Adoptar una mentalidad proactiva e intuitiva en el salón de clases para comprender conceptos lógicos basados en matemáticas; todos los cuales son esenciales para la mejora de las capacidades de abstracción necesarias para resolver problemas utilizando modelos algorítmicos o prototipos

- Participar en talleres, ya que juegan un papel crucial en el abordaje de problemas no rutinarios, lo que incita a los estudiantes a considerar qué conocimientos aplicar y cómo aplicarlos durante el proceso de análisis.

Desarrollo de la inteligencia lógica matemática

En la sociedad moderna actual, las herramientas de comunicación web 2.0 juegan un papel crucial para facilitar las conexiones y el intercambio de ideas entre los usuarios. Estas herramientas brindan una plataforma para que las personas satisfagan su necesidad de conectividad a través de Internet, lo que permite intercambios interactivos y resolución de problemas en diversos aspectos de la vida diaria.

En este contexto, las inteligencias múltiples entran en juego a medida que los usuarios acceden e interpretan el conocimiento de la realidad virtual que presentan estas herramientas de comunicación. Los usuarios se convierten en participantes activos en la promoción del conocimiento y la comprensión, ya que interactúan con diferentes páginas web y establecen conexiones con otros. Este compromiso constante con las herramientas de comunicación web 2.0 conduce al desarrollo de nuevas experiencias y formas innovadoras de comunicación.

Por lo tanto, es esencial que los educadores y cualquier persona involucrada en la educación reconozcan la importancia de estas herramientas. Los docentes, en particular, deben tener un conocimiento profundo de las herramientas de comunicación de la web 2.0 para orientar y mediar de manera eficaz en el desarrollo intelectual de sus alumnos. Esta mediación es crucial para dar forma a los valores, creencias, actitudes y principios éticos que los individuos interiorizan y aplican en su vida personal y social.

Según Gómez (2012), la utilización de las herramientas de navegación en Internet de la web 2.0 ofrece numerosas ventajas para las personas que se comunican habitualmente. Estas ventajas incluyen una mayor eficiencia en las actividades organizacionales, la facilitación de una cooperación social dinámica, la reducción de las barreras para acceder a los mercados actuales y la oportunidad de explorar nuevos dominios educativos.

Dados estos beneficios, es recomendable elegir un nombre de dominio de Internet que refleje la necesidad de una comunicación e interacción efectiva con los demás. También es preferible incluir la necesidad de acceso a las telecomunicaciones en el campo educativo, ya que esto permite que los estudiantes se relacionen con las redes de información y las ideas innovadoras, lo que les permite elaborar contenidos de manera efectiva utilizando los recursos que brindan estas redes.

Además, el concepto de inteligencias múltiples juega un papel crucial en la educación y sirve como base para la comunicación social. Las herramientas de la web 2.0 están diseñadas para facilitar la máxima interacción entre los usuarios, fomentando el desarrollo de las redes sociales

donde los individuos pueden expresarse libremente, buscar y recibir información relevante, colaborar, y crear conocimiento.

En el contexto educativo, las redes de información y las herramientas web 2.0 han establecido pautas esenciales para el uso y manejo efectivo de la información en Internet. Estas herramientas permiten una comunicación e innovación en línea eficientes para cerrar las brechas entre las personas que participan en la comunicación diaria y el intercambio de información. Relpo (2010) señala que en América Latina, incluso los usuarios sin amplios conocimientos técnicos pueden convertirse en creadores de contenidos, generando flujos de información, redistribuyéndolos a través de diversas redes y generando debates y conversaciones a partir de los intereses que generan.

Las herramientas web 2.0 se consideran uno de los medios de comunicación y aprendizaje más efectivos para las personas que poseen una gran competencia en la comunicación y la interacción a través del intercambio de ideas. Estas herramientas permiten a los usuarios ir más allá de ser receptores pasivos de comunicación y, en cambio, crear y compartir activamente información y opiniones con otros usuarios de Internet.

La adopción de tecnologías web 2.0 puede tener un profundo impacto en la forma en que las personas trabajan e interactúan con colegas y clientes en cualquier tipo de organización, incluidas las empresas. Además, el Ministerio del Poder Popular para la Educación de Venezuela ha promovido activamente el uso de herramientas web 2.0 entre los docentes para mejorar la calidad de los servicios educativos.

Los docentes deben estar bien versados en estas aplicaciones web para sistematizar efectivamente el trabajo educativo y mantener una comunicación efectiva con los estudiantes, quienes dependen cada vez más de los navegadores, las plataformas de chat, la mensajería instantánea y otras herramientas web. En Venezuela, diversas herramientas web 2.0 se han convertido en parte integral de los sistemas de comunicación tanto en organizaciones públicas como privadas. Estas herramientas se utilizan en numerosos formatos, como textos, sonido, video, programas, enlaces e imágenes, aprovechando al máximo las oportunidades que brindan las tecnologías de la información y la comunicación. La facilidad para llegar económicamente a una amplia audiencia ha contribuido al uso generalizado de estas herramientas.

Además, Guzmán y Castro (2005), en su Revista de Investigación, afirman que cada persona es una combinación única de inteligencias dinámicas. Todas estas inteligencias brindan recursos alternativos y capacidades potenciales para el desarrollo humano, independientemente de la edad o las circunstancias. En consecuencia, cada individuo evolucionará y desarrollará su inteligencia a lo largo de su vida, con mayor énfasis en determinados tipos de inteligencia en función de sus características biológicas y sociales. Este énfasis afecta sus preferencias y, en última instancia, su aprendizaje.

Por lo tanto, para facilitar y potenciar el aprendizaje de los estudiantes es importante observar y diagnosticar sus características, identificar sus necesidades y desarrollar su potencial. Además, Luca (s/f) explica en la Revista Iberoamericana de Educación que todos nacen con ciertas potencialidades determinadas por la genética. Sin embargo, el desarrollo de estas potencialidades depende del entorno, las experiencias y la educación que se recibe. Por lo tanto, independientemente de la controversia actual sobre si estas facultades deben ser consideradas inteligencias, capacidades o fortalezas, los docentes encuentran muy beneficioso diagnosticarlas y comprenderlas en los estudiantes.

Esta comprensión ayuda a orientar las actividades más adecuadas para cada estudiante con el fin de maximizar sus beneficios. En los últimos años, el campo de la psicología y las ciencias de la educación están viviendo una revolución gracias a las aportaciones de Howard Gardner y sus estudios sobre las Inteligencias Múltiples. Este paradigma ha permitido una mejor comprensión y apreciación de las cualidades y habilidades únicas de cada individuo, destacando sus potencialidades específicas. Así, las inteligencias múltiples han permitido enfocarse en mejorar la comunicación a través de la innovación tecnológica, tanto para estudiantes como para docentes. Estas inteligencias se perciben a través del conocimiento de que una variedad de factores pueden generar habilidades para abordar diversos conflictos, ya sean de carácter individual u organizacional.

Las inteligencias múltiples han demostrado ser un elemento importante en la educación. Sin embargo, muchos sistemas escolares actuales alientan a los maestros a atender una diversidad de inteligencias a través de actividades prácticas, reconociendo que los estudiantes tienen diferentes niveles de desarrollo en diferentes inteligencias. Gardner (2005) apoya esta idea al afirmar que es absurdo insistir en que todos los alumnos aprendan de la misma manera cuando existe un acervo de conocimientos sobre estilos de aprendizaje, tipos de inteligencia y estilos de enseñanza.

La educación debe presentarse de varias maneras, permitiendo a los estudiantes asimilar la información en función de sus habilidades y aprovechando sus fortalezas. El autor sugiere que puede haber una correlación entre el uso de herramientas de comunicación y las inteligencias múltiples. Las herramientas de comunicación sirven como base para la innovación y la comunicación científica eficaces, lo que permite programas interactivos que facilitan el progreso de los estudiantes hacia los objetivos de instrucción.

Por otro lado, algunas personas pueden tener dificultades con el uso de las herramientas de comunicación, lo que dificulta su capacidad de adaptación a los cambios provocados por las nuevas tecnologías. Aquí es donde el concepto de inteligencias múltiples se vuelve crucial, ya que permite a las personas participar de manera efectiva en la comunicación tecnológica. Además, vale la pena considerar si un sistema educativo que se centre únicamente en la inteligencia lingüística y lógica es suficiente para preparar a los estudiantes para un mundo cada vez más complejo. Puede haber

otros tipos de inteligencia que deban tenerse en cuenta para garantizar una educación integral y completa para todos los estudiantes.

Sin embargo, se observa que existen fallas de comunicación dentro del sistema educativo. Muchos docentes parecen desinteresados en utilizar herramientas de comunicación y hay una falta de comunicación efectiva con los estudiantes a través de sistemas de información virtual. Además, es posible que los docentes no estén adecuadamente informados sobre el uso del correo electrónico, blogs, wikis y otras plataformas de comunicación.

De manera similar, cuando se trata de inteligencias múltiples, los maestros pueden mostrar falta de entusiasmo en la resolución de problemas, los cálculos mentales y el pensamiento lógico. Según García (2008), la funcionalidad de las herramientas de comunicación es fundamental y se representa a través de las tecnologías de la comunicación. Sin embargo, solo un pequeño número de usuarios utiliza efectivamente esta información. Parece que las personas no están asumiendo las responsabilidades asociadas con el acceso a los servicios de comunicación virtual. Además, parece haber una falta de un entorno comunicativo, así como deficiencias en la comunicación entre instituciones.

El uso de herramientas de comunicación y mensajería virtual rara vez se ve en las instituciones educativas, lo que indica una comprensión y utilización limitadas de la mensajería instantánea a través del correo electrónico institucional. En conclusión, si bien el uso de las herramientas de comunicación y las TIC ha generado avances significativos en el sector educativo, aún existen desafíos por abordar. El desinterés y conocimiento de los docentes respecto a las herramientas de comunicación, así como las deficiencias en la comunicación entre instituciones, dificultan el uso efectivo de estas tecnologías.

Es imperativo que las instituciones educativas prioricen la capacitación en comunicación y creen un entorno de apoyo que fomente la utilización de herramientas de comunicación virtual. Solo entonces se puede aprovechar todo el potencial de estas tecnologías en el proceso educativo. En países como Venezuela, el uso de herramientas de comunicación ha contribuido en gran medida al desarrollo de una plataforma tecnológica. Esto ha llevado a la digitalización de la información en el sector educativo y un aumento significativo en las transacciones basadas en Internet. Y el interior del país no está exento de esta tendencia, ya que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) juegan un papel vital en el avance del proceso educativo. El concepto de inteligencias múltiples también es muy valorado en la promoción de métodos de aprendizaje efectivos.

Las herramientas de comunicación en la inteligencia lógica matemática

Las herramientas asíncronas son servicios que involucran la comunicación entre un emisor y un receptor que no están operando en el mismo marco de tiempo. Estos servicios se consideran

"diferidos" porque la comunicación inmediata no es posible. Para acceder a estos servicios, los usuarios necesitan una computadora con un módem. Por otro lado, en un entorno asincrónico, los participantes tienen la libertad de interactuar cuando están listos o tienen el tiempo disponible. Esto les permite tomarse todo el tiempo que necesiten para reflexionar y responder a los demás a su propia discreción.

Asimismo las herramientas asincrónicas como un medio para abordar las limitaciones de aprendizaje que pueden surgir cuando no existe un contacto personal entre los involucrados en el proceso de formación. No obstante, los autores también reconocen que los retrasos en la comunicación pueden tener un impacto negativo en la enseñanza y el aprendizaje. Estos desafíos pueden generar sentimientos de frustración y soledad, que no conducen a un seguimiento, tutoría y evaluación efectivos del aprendizaje.

Entre las herramientas se pueden encontrar las siguientes:

El correo electrónico

Este servicio tiene como objetivo facilitar el intercambio de información relacionada con un tema específico, lo que permite a las personas participar en discusiones o buscar el consejo de compañeros, educadores o expertos a nivel regional, nacional, o incluso a nivel internacional. La importancia del correo electrónico, también conocido como e-mail, como uno de los inventos innovadores de Internet. Su impacto en la comunicación ha sido tan profundo que se puede argumentar que ha revolucionado la forma en que interactuamos con colegas, amigos e incluso con nuestros propios familiares. Como resultado, el correo electrónico se ha convertido en uno de los servicios más utilizados en Internet.

El correo electrónico sirve como un medio personal de comunicación entre educadores y alumnos, funcionando como un método informal de interacción que ayuda a motivar a los alumnos y hacer un seguimiento de su progreso. Este tipo de comunicación es de naturaleza asincrónica, lo que significa que no requiere que los participantes estén en línea simultáneamente, lo que permite flexibilidad en el momento de los intercambios. Además, el correo electrónico facilita la correspondencia uno a uno, lo que permite un enfoque personalizado y específico para abordar las necesidades e inquietudes individuales de los estudiantes. Es importante reflexionar sobre las respuestas recibidas a través de este medio y extraer ideas significativas de ellas.

Asimismo, el correo electrónico es un sistema de comunicación basado en computadora que permite a las personas intercambiar mensajes con múltiples destinatarios, lo que facilita un flujo rápido y constante de información. Las ventajas del correo electrónico son innumerables, ya que ofrece inmediatez al garantizar que los mensajes se reciban a los pocos minutos de ser enviados. Además, es un modo conveniente de comunicación, que permite a las personas enviar y recibir mensajes sin esfuerzo. Además, el correo electrónico es rentable ya que no depende de la

ubicación física del destinatario, lo que lo convierte en una opción asequible. Además, el correo electrónico es muy dinámico, ya que permite que las personas reciban mensajes incluso cuando no están físicamente presentes en su lugar habitual de uso.

Esta herramienta es vista como un medio de comunicación entre docentes y estudiantes que favorece la conexión, fomenta el diálogo y fomenta el compromiso compartido para mejorar la calidad de las relaciones interpersonales. En la perspectiva del investigador, el correo electrónico sirve como una puerta de entrada conveniente a la información, lo que permite un fácil intercambio de mensajes privados entre computadoras conectadas a Internet desde cualquier lugar del mundo. Si bien puede considerarse un medio informal, resulta muy valioso para mantenerse actualizado con la información y descubrir nuevos conocimientos.

El blog

Un blog es esencialmente un sitio web donde uno o varios autores comparten mensajes sobre un tema específico en orden cronológico y los lectores pueden dejar sus comentarios. Sirve como una especie de diario digital para el autor, permitiéndole incluir texto, imágenes, videos y enlaces. Estas herramientas facilitan que los usuarios se conviertan en autores sin necesidad de conocimientos técnicos complejos. Los blogs, se pueden describir como páginas web personales que presentan publicaciones multimedia que se muestran en orden inverso, con las entradas más recientes apareciendo primero.

El objetivo es recrear los aspectos sociales de este medio, ya que los blogs sirven como un medio de comunicación colectivo que fomenta la reflexión personal y social sobre diversos temas. Un blog es un sistema de edición y publicación simplificado, haciéndola accesible para que cualquiera pueda crear contenido desde cualquier conexión a Internet sin conocimientos técnicos específicos. Se ve como una herramienta asíncrona para uso personal que se puede compartir con otros, se ordena cronológicamente con el contenido más reciente en la parte superior y se usa principalmente con fines informativos.

Sin embargo, también se puede utilizar en la educación como un medio de comunicación entre estudiantes y profesores. Desde la perspectiva del investigador, un blog es una herramienta tecnológica diseñada para uso individual para compartir temas específicos con otros usuarios. Los usuarios pueden actualizar los contenidos y participar activamente dejando sus opiniones, teniendo cada uno un papel protagonista.

El wiki

Un wiki es una plataforma colaborativa donde múltiples autores pueden contribuir y publicar contenido. Se considera que es un espacio web que utiliza una aplicación informática colaborativa, que permite a los usuarios crear contenido de manera participativa, sujeto a la

aprobación de un editor. Alternativamente, se puede definir un wiki como un sitio web colaborativo que se basa en los esfuerzos continuos de diferentes usuarios. Se asemeja a la estructura de un blog, pero con la característica única de permitir que cualquier persona edite el contenido, incluso si fue creado originalmente por otros.

Esto permite a los usuarios realizar un seguimiento y observar los cambios realizados en el contenido. El wiki funciona como una comunidad virtual donde la colaboración colectiva es clave. Otorga a los usuarios la capacidad de editar contenido existente, independientemente del creador. Esencialmente, un wiki es un sitio web generado y mantenido por el usuario que fomenta la conectividad entre sus miembros. Y ofrece importantes oportunidades de comunicación, como la creación de un espacio de contenido administrado por una comunidad que aprovecha el conocimiento colectivo y las experiencias de sus miembros. Asimismo, los wikis facilitan la creación de una base de datos de contactos, lo que permite a los usuarios interactuar entre sí, y compartir y mejorar el contenido a través de los esfuerzos colaborativos de la comunidad, representando diversos puntos de vista sobre un tema específico.

Valoración de la inteligencia lógica matemática

Las inteligencias lógico-matemáticas y lingüísticas se han considerado durante mucho tiempo como muy importantes en la sociedad occidental. La educación tradicional ha categorizado tradicionalmente a los estudiantes en dos grupos: aquellos que sobresalen en ciencias y aquellos que sobresalen en humanidades. Al reconocer la importancia de estas inteligencias, Gardner (1983) las incorpora en su modelo de Inteligencia Múltiple (IM), que amplía la tipología para abarcar ocho dominios principales de conocimiento. Este marco ampliado tiene como objetivo proporcionar a los educadores un conjunto de herramientas completo para evaluar y fomentar el desarrollo de las capacidades individuales.

Al examinar específicamente la inteligencia lógico-matemática, es crucial señalar, de acuerdo con la teoría de Piaget, que la adquisición de la comprensión matemática comienza cuando un niño interactúa con los objetos y comienza a manipularlos. A medida que el niño avanza, su comprensión se vuelve más abstracta, desligada del mundo físico (Piaget, 1969). En consecuencia, se pueden identificar varias etapas distintas en el desarrollo del pensamiento lógico-matemático:

- Durante la etapa sensoriomotora, que ocurre típicamente desde el nacimiento hasta los dos años de edad, los niños exhiben la notable habilidad de imitar los comportamientos de quienes los rodean. Además, comienzan a combinar acciones simples que han aprendido previamente para crear nuevas acciones. Esta etapa también está marcada por el surgimiento del comportamiento intencional, ya que ya existe alguna evidencia observable de que los niños actúan con propósito e intención.

- En el período preoperatorio, que generalmente ocurre entre las edades de 2 y 7 años, los niños experimentan un desarrollo cognitivo significativo a medida que pasan de ser bebés a la primera infancia. Esta es una etapa crucial en la que comienzan a comprender conceptos intuitivos como números y causalidad, aunque su comprensión es principalmente práctica en lugar de sistemática o lógica. Por ejemplo, un niño de tres años puede demostrar su comprensión de la cantidad eligiendo una mayor cantidad de dulces cuando están esparcidos en un espacio más grande. No obstante, su percepción puede cambiar cuando se agrupa la misma cantidad de dulces en un área más pequeña.
- Durante la etapa de las operaciones concretas, que suele darse entre los 7 y los 11 años, los niños desarrollan la capacidad de comprender y aplicar relaciones causales y cuantitativas. Por ejemplo, pueden comprender que la cantidad de dulces en una pila seguirá siendo la misma mientras no se agreguen o quiten dulces. Esta habilidad se atribuye al concepto de reversibilidad, que permite a los niños manipular ideas abstractas necesarias para la inteligencia lógico-matemática.
- Cuando el niño finalmente tiene acceso a las operaciones formales (a partir de los 11 o 12 años) entonces muestra la capacidad de trabajar con conceptos abstractos y por lo tanto utiliza su razonamiento hipotético-deductivo para formular y probar hipótesis.

Según algunos expertos, Piaget creía que la inteligencia lógico-matemática se desarrolla a través de la manipulación de objetos y la capacidad de pensar sobre ellos utilizando el pensamiento formal concreto y posterior. El trabajo de Piaget ha proporcionado una sólida base teórica para la inteligencia lógico-matemática y ha sido respaldado por numerosos estudios empíricos. Estos estudios han arrojado valiosas aplicaciones e implicaciones educativas para este tipo de inteligencia.

Sin embargo, es importante señalar que la explicación de Piaget sobre el desarrollo cognitivo se centra principalmente en el pensamiento lógico-matemático y puede no considerar completamente otros tipos de habilidades, como la inteligencia artística, social o emocional, que también juegan un papel en el rendimiento académico. Además, la evaluación del razonamiento lógico-matemático en niños pequeños se ha basado tradicionalmente en medidas psicométricas que pueden tener limitaciones. Estas medidas a menudo están descontextualizadas y dependen en gran medida del idioma, lo que puede perjudicar a los niños de minorías étnicas o aquellos con dificultades lingüísticas.

Si bien ha habido numerosas experiencias escolares realizadas con la metodología IM con alumnos de los primeros niveles de instrucción, faltan estudios empíricos que se hayan centrado en los niños que utilizan esta metodología. Por ejemplo, Ferrándiz (2003, 2004) realizó un análisis factorial para evaluar la validez estructural del modelo de evaluación de las inteligencias múltiples. Posteriormente, Ballester (2004) realizó un segundo análisis factorial y los resultados indicaron la

presencia de seis factores distintos que se alinean con los supuestos teóricos del modelo de Gardner (1983).

Estos factores incluyen la inteligencia visoespacial, la capacidad de observación, la inteligencia lógico-matemática, la inteligencia corporal, la inteligencia lingüística, la inteligencia musical y las capacidades relacionadas con la formulación de hipótesis y la experimentación. Esta verificación empírica apoya el modelo teórico de Gardner, que propone la existencia de capacidades separadas e independientes.

Según la propuesta del IM, la inteligencia lógico-matemática es la capacidad para resolver problemas y construir soluciones, utilizando razonamientos lógicos y argumentos sólidos. Los estudiantes que poseen fuertes habilidades de razonamiento matemático a menudo encuentran alegría en las complejidades de los números y sus combinaciones. Están cautivados por la aplicación de fórmulas, no solo dentro de los límites de un laboratorio, sino en varios escenarios de la vida real.

Estos estudiantes tienen una inclinación natural hacia la experimentación, hacer preguntas y abordar problemas lógicos. Tienen una profunda necesidad de explorar, pensar críticamente y manipular materiales y objetos científicos. Lo que los diferencia es su capacidad para percibir y establecer relaciones entre objetos que pueden pasar desapercibidos para los demás. Les encanta enfrentarse a problemas que exigen un pensamiento crítico y divergente, sobresaliendo tanto en el razonamiento inductivo como en el deductivo. Se complacen en brindar soluciones y conquistar desafíos lógico-matemáticos complejos. Además, se enorgullecen de aplicar sus habilidades matemáticas excepcionales a situaciones cotidianas. Poseen una curiosidad insaciable y un compromiso inquebrantable con la investigación. Los juegos de estrategia, que requieren una cuidadosa planificación y anticipación de los movimientos, tienen un gran atractivo para ellos. Sin embargo, es importante señalar que poseer una inteligencia lógico-matemática excepcional no garantiza el éxito académico en el campo de las matemáticas.

A continuación se muestra un trabajo de investigación que pretende crear un perfil cognitivo completo o medir las habilidades matemáticas de un grupo de jóvenes estudiantes en sus primeros años de formación. Esto se logrará empleando dos enfoques diferentes: uno es una evaluación psicométrica y el otro una evaluación cualitativa y dinámica.

Los participantes

De la muestra inicial de 294 alumnos, el 51,7% asistía a centros privados concertados, mientras que el 48,3% restante asistía a centros públicos. El desglose de los participantes según su nivel educativo fue el siguiente: el 34% estaba en la etapa de Educación Infantil, mientras que la mayoría, el 66%, estaba en Educación Primaria (con un 32,7% en 1º y un 33,3% en 2º). En cuanto al sexo, el 48,3% de los alumnos eran chicos y el 51,7% chicas. Finalmente, al considerar las

provincias, el 51,7% del alumnado pertenecía a la provincia de Murcia, mientras que el 48,3% restante pertenecía a la provincia de Alicante. El objetivo principal de este estudio es analizar los perfiles cognitivos de los estudiantes en términos de inteligencia general, habilidades de razonamiento analógico, capacidad de memoria, capacidad de atención y habilidades de relación espacial.

Para evaluar las inteligencias múltiples, se utilizó un conjunto de siete actividades, el propósito de estas actividades es medir las habilidades asociadas a cada tipo de inteligencia, incluyendo lingüística, lógico-matemática, visual-espacial, corporal-cinestésica, naturalista y musical. Cada actividad va acompañada de protocolos o escalas de observación tipo Likert, que permiten a los observadores calificar la manifestación de cada inteligencia en una escala de 1 (nunca muestra la habilidad) a 4 (muestra la habilidad constantemente). Estas herramientas de evaluación proporcionan un medio para evaluar objetivamente la presencia de cada inteligencia.

Para evaluar esta inteligencia se utilizan dos actividades: "descubrimiento" y "por qué unos objetos flotan y otros se hunden". Ambas actividades están diseñadas para evaluar una variedad de habilidades, incluida la observación precisa (la capacidad de prestar mucha atención a los detalles), la identificación de relaciones (la capacidad de reconocer causa y efecto, así como similitudes y diferencias entre objetos, lo que implica establecer clasificaciones), formulación y prueba de hipótesis (capacidad de plantear problemas, identificar lagunas y resolverlos mediante el razonamiento lógico), experimentación (capacidad de manipular objetos y explorar diversos usos y posibilidades), e interés en actividades relacionadas con el medio natural. mundo (se valora mucho el nivel de conocimiento y motivación por aprender sobre el mundo natural).

La evaluación de la inteligencia visoespacial consta de dos sesiones que incluyen actividades específicas como esculpir, dibujar varios animales y personas e imaginar una criatura ficticia. El propósito de estas actividades es evaluar las habilidades de representación de una persona, que incluye su habilidad para crear símbolos reconocibles de objetos cotidianos como animales, casas y personas, así como su capacidad para coordinar espacialmente estos elementos para formar un todo cohesivo. Además, la evaluación tiene como objetivo medir las habilidades de exploración del individuo, lo que implica reflexionar sobre diseños, dibujos representativos y el uso de materiales artísticos, considerando también su flexibilidad, creatividad e inventiva. Por último, la evaluación examina el talento artístico del individuo evaluando su capacidad para utilizar diferentes elementos del arte para transmitir emociones, crear efectos específicos y embellecer sus dibujos.

Para evaluar la inteligencia cinestésica, el método de evaluación empleado fue una forma de expresión física conocida como "movimiento creativo". Esta actividad en particular otorga un gran valor a una variedad de habilidades, que incluyen: la capacidad de discernir y adaptar los movimientos de acuerdo con el ritmo, la capacidad de transmitir una amplia gama de estados mentales y emocionales a través de la expresión corporal, la aptitud para mantener el equilibrio

empleando varios elementos como cuerdas o bancos, y la capacidad de generar ideas novedosas para el movimiento y la navegación espacial.

Asimismo, en la inteligencia lingüística se utilizaron dos actividades: la actividad "narrador" y la actividad "reportero". Estas actividades fueron diseñadas para evaluar una variedad de habilidades relacionadas con el lenguaje, incluidas las funciones principales del lenguaje, como la narración, la interacción con adultos, la investigación, la descripción y la categorización. Además, tenían como objetivo evaluar habilidades narrativas específicas como la estructura narrativa, la coherencia temática, el uso de la voz narrativa, el diálogo, las secuencias temporales, la expresividad, el nivel de vocabulario y la estructura de las oraciones. También, las actividades tenían como objetivo medir las habilidades de información, como el nivel de andamiaje, la precisión del contenido, la estructura del argumento, la complejidad del vocabulario, el nivel de detalle y la estructura de la oración. Para facilitar el análisis de los datos, estas habilidades se clasificaron en tres variables: funciones del idioma principal, habilidades de narración y habilidades para informar.

La inteligencia lógico-matemática se evalúa mediante el uso del "juego de dinosaurios". Este juego se utiliza para evaluar varias habilidades, incluido el razonamiento numérico, el razonamiento lógico y el razonamiento espacial. El razonamiento numérico implica la capacidad de comprender, estructurar, organizar y resolver problemas utilizando operaciones y cálculos apropiados. El razonamiento lógico implica la capacidad de determinar los mejores movimientos de los dados para ganar el juego. El razonamiento espacial implica la capacidad de visualizar los dados y comprender cómo se mueven para realizar conteos y cálculos precisos.

La inteligencia musical, por otro lado, se evalúa a través de la actividad de cantar. El objetivo de esta actividad es evaluar diversas habilidades relacionadas con la inteligencia musical. Estas habilidades incluyen sensibilidad de tono, ritmo y habilidad musical. La sensibilidad de tono se refiere a la capacidad de distinguir entre notas cortas y largas y mantener un ritmo constante en una canción o melodía. El ritmo implica expresar el número correcto de notas musicales, distinguir entre notas cortas y largas, mantener un ritmo constante y cantar notas con claridad y ritmo adecuado. Finalmente, la habilidad musical se refiere a la habilidad excepcional de cantar una canción con la melodía y el ritmo correctos, mostrando un alto nivel de expresividad. Esta habilidad sugiere una capacidad de expresión musical.

Los objetivos propuestos y el procedimiento seguido para este estudio implican principalmente el uso de análisis descriptivo, análisis correlacional y, en algunos casos, análisis diferencial. El análisis de datos consiste en examinar los puntajes totales para cada inteligencia, incluidas las medias, las desviaciones estándar y el porcentaje de estudiantes que sobresalen o tienen dificultades en diferentes inteligencias.

Este análisis tiene como objetivo crear un perfil intelectual de los participantes e identificar las inteligencias en las que los estudiantes sobresalen o enfrentan dificultades. Esta información ayudará a diseñar una instrucción que se alinee con las necesidades cognitivas de nuestros estudiantes. Además, se realizan análisis de correlación para explorar las relaciones entre diversas variables de la escala propuesta por Gardner para evaluar la inteligencia lógico-matemática y las puntuaciones obtenidas en pruebas verbales, numéricas, espaciales, de razonamiento lógico y de memoria.

El objetivo es comprender las asociaciones entre estas variables y determinar la validez concurrente y discriminante de las escalas de evaluación de inteligencias múltiples. Por último, se realizan análisis diferenciales mediante pruebas "t" de muestras independientes para comparar las puntuaciones totales de inteligencia lógico-matemática en función de variables como el sexo y el nivel educativo. Todos los análisis estadísticos se realizan utilizando el programa SPSS/PC versión 15.

Para empezar, es importante destacar que este estudio tuvo como objetivo profundizar en el examen de la inteligencia lógico-matemática tanto desde la perspectiva psicométrica como dinámica, la cual se enmarca en el marco de las inteligencias múltiples propuesto por Gardner. Para lograr esto, llevamos a cabo una extensa investigación empírica para evaluar la consistencia interna del modelo de Gardner y su relación con las pruebas de inteligencia tradicionales. Cabe mencionar que los resultados de nuestro estudio indican que los alumnos de Educación Primaria presentan puntuaciones más altas y estadísticamente significativas en comparación con los de Educación Infantil. Esto implica que a medida que aumenta el nivel de educación, también lo hace la capacidad intelectual de los individuos. Además, al considerar las diferencias de género, nuestros hallazgos sugieren que los niños tienden a obtener puntuaciones más altas que las niñas en las dimensiones de inteligencia lógico-matemática propuestas por Gardner. Sin embargo, es importante señalar que estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Se ha de reseñar que entre las ventajas que se obtiene cuando se utiliza el modelo de evaluación de las IM, se encuentra:

- Las inteligencias, en general, y el razonamiento lógico matemático, en particular, se valora con pruebas contextualizadas, con materiales ricos y evocadores, que incluyen un amplio conjunto de dominios y actividades más abiertas que las recogidas en las evaluaciones psicométricas y que además son menos prescriptivas.
- Este tipo de evaluación permite que los educadores conozcan mejor a sus alumnos, reconociendo la gran diversidad de capacidades presentes en los más pequeños, se valoran diversos estilos de aprendizaje, se aceptan diferencias de talentos, capacidades, habilidades, actitudes y hábitos de trabajo.

- En las tareas de evaluación que propone Gardner el niño que piense de forma creativa e imaginativa puede pararse a pensar más profundamente en una cuestión sin sufrir la presión de no trabajar con la rapidez suficiente para terminar el test.
- Este modelo permite establecer conexiones o puentes entre el aula y la comunidad en general.
- Asimismo, proporciona la posibilidad de ofrecer una respuesta educativa adecuada a los alumnos evaluados mediante el diseño de currículos y enfoques de enseñanza. Los educadores también pueden hallar formas de aprovechar los recursos de la escuela, la casa y la comunidad con el fin de introducir a los alumnos en ámbitos poco conocidos y estimulantes del saber.
- La filosofía de las inteligencias múltiples está resultando muy útil para alumnos con necesidades educativas especiales y provenientes de ambientes desfavorables, estos alumnos pueden ser brillantes, capaces y tener muchas ventajas cognitivas que los programas educativos más tradicionales pasan por alto. Si se ofrece a estos niños oportunidad de trabajar en las áreas en las que destacan, pueden adquirir nuevas destrezas y mostrarse más competentes, tanto ante sí mismos como ante los demás.

Para proporcionar una comprensión integral del tema en cuestión, es importante reconocer que las evaluaciones propuestas por Gardner no debe verse como un sustituto completo de las pruebas estandarizadas que critican. Más bien, estas evaluaciones pueden ofrecer una perspectiva adicional que destaca las fortalezas y habilidades únicas de cada niño en particular. La implementación de este modelo requiere una importante inversión de tiempo, esfuerzo y cautela en términos de planificación y ejecución, así como una colaboración frecuente con los docentes. Es crucial señalar mencionar que en el trabajo de investigación citado, faltan datos longitudinales que indiquen hasta qué punto un perfil válido a una edad sigue siendo válido a lo largo de varios años.

Capítulo 2

Matemáticas y capacidad deductiva

Conocimientos

La inferencia lógica permite a los estudiantes sacar conclusiones válidas basadas en premisas básicas. Requiere una sólida comprensión de los conceptos matemáticos y sus relaciones:

- El pensamiento crítico juega un papel vital en el pensamiento matemático, ya que implica buscar características invariantes, discernir, debatir, evaluar hechos e identificar contradicciones.
- El pensamiento analítico ayuda a los estudiantes a identificar las variables que son relevantes para un problema. Se trata de razonamiento lógico inductivo o deductivo, que permite una comprensión integral del todo, así como la interrelación de sus partes.
- El pensamiento matemático implica el uso de habilidades matemáticas para resolver diversas situaciones de la vida real. Requiere una comprensión profunda de un campo específico del conocimiento, incluidas habilidades como la abstracción, la validación empírica, la inferencia lógica, el pensamiento crítico y el pensamiento analítico.
- La validación empírica es el proceso de comparar el modelo de representación con las observaciones reales. Si bien todos los modelos son representaciones incompletas del sistema que intentan representar, brindan un marco dentro del cual una proposición puede considerarse verdadera y explicar la realidad. Es crucial cuestionar constantemente las condiciones bajo las cuales funciona un modelo, su generalización y sus limitaciones. Al responder estas preguntas, se puede deducir o inferir una solución o explicación a un problema.
- La abstracción es la capacidad de comprender la relación entre un concepto y su aplicación en un campo particular. Permite la creación de modelos que ayudan a representar fenómenos, problemas y relaciones. Estos modelos se pueden probar con datos del mundo real para validar su precisión.
- El pensamiento matemático abarca una variedad de habilidades que permiten a las personas usar las matemáticas de manera efectiva para resolver situaciones cotidianas. Requiere la capacidad de abstraer conceptos, validarlos empíricamente, hacer inferencias lógicas, pensar crítica y analíticamente.

Durante la Edad Media, el razonamiento deductivo fue predominantemente empleado por disciplinas como la lógica, la filosofía y las matemáticas. Posteriormente surgieron las ciencias experimentales, aplicando el método inductivo para recolectar evidencia empírica. En el ámbito

de las ciencias humanas, particularmente en las ciencias sociales, donde los individuos se sitúan dentro de un contexto observacional y experimental, se emplea comúnmente el método dialéctico.

Tanto el razonamiento deductivo como el inductivo juegan un papel fundamental en la investigación. La deducción permite establecer un vínculo entre la teoría y la observación, lo que permite deducir los fenómenos observados a partir de las teorías existentes. Por otro lado, la inducción facilita la acumulación de diversos conocimientos e información aislados. En el ámbito de la ciencia actual, existe una multitud de puntos de vista en conflicto. Muchos intelectuales desafían los antiguos principios del razonamiento científico y su pretensión de poseer un conocimiento universal sobre la realidad.

A medida que nuestra comprensión del mundo se vuelve más compleja, se construyen nuevos paradigmas para capturar las complejidades de nuestro entorno. Esto ha dado lugar a una nueva forma de racionalidad que abarca una perspectiva holística y ecológica de la filosofía de la ciencia. Asimismo, los reinos natural y social están experimentando un aumento significativo en la complejidad, lo que requiere el desarrollo de una epistemología compleja para abordar nuestro conocimiento científico existente. El proceso de investigación se sustenta en una variedad de fuentes de conocimiento, a las que se puede acceder a través del razonamiento deductivo o inductivo. Estos métodos se implementan luego mediante el uso de un enfoque científico. Los antiguos griegos fueron los primeros en contribuir a la evolución de este enfoque, utilizándolo como un medio para descubrir la verdad. Cuando los individuos consolidan sus ideas, se enfrentan a la realidad de las cosas, ya que este concepto establece una conexión entre las imágenes mentales y los objetos tangibles. En consecuencia, se enfrentan al ámbito del conocimiento racional, lógico y deductivo.

Antes de profundizar en la exploración del papel que juega la investigación científica en la educación, es importante examinar las formas históricas en que la humanidad ha buscado respuestas a sus preguntas. A lo largo de la historia ha habido cinco tipos de fuentes de conocimiento: la experiencia, la autoridad, el razonamiento deductivo, el razonamiento inductivo y el método científico.

La experiencia, al ser la fuente de conocimiento más familiar y actual, permite a las personas descubrir las rutas más eficientes para viajar o las mejores soluciones a los problemas cotidianos. A través de la experiencia personal, se pueden responder muchas preguntas y se transmite mucha sabiduría de generación en generación. Sin embargo, la experiencia tiene sus limitaciones como fuente de verdad, ya que es subjetiva y varía de persona a persona.

Lo que puede ser un santuario para un individuo puede ser una soledad aterradora para otro. De similar forma, la experiencia personal no siempre puede proporcionar el conocimiento necesario para ciertos temas o situaciones. Por ejemplo, un niño que intenta aprender aritmética por su cuenta puede resolver la suma, pero tendrá dificultades para calcular raíces cuadradas. En

tales casos, las personas buscan la asistencia de autoridades o expertos en el campo que posean conocimientos especializados o acceso a fuentes adicionales de información.

Estas autoridades son vistas como fuentes confiables de la verdad, y sus palabras y consejos son aceptados como tales. Por ejemplo, para determinar la población de un país, se consultarían los registros oficiales del censo. De manera similar, el director de una institución educativa podría consultar a un abogado sobre asuntos legales relacionados con la escuela, y un maestro recién graduado podría buscar sugerencias de un maestro con más experiencia que haya demostrado ser eficaz. En resumen, si bien la experiencia personal es una fuente valiosa de conocimiento, es importante reconocer sus limitaciones y buscar la guía de las autoridades cuando sea necesario.

A lo largo de la historia, ha habido numerosos casos en los que las personas confiaron mucho en la credibilidad de las autoridades, particularmente durante la Edad Media. Figuras estimadas como Platón, Aristóteles y los primeros padres de la iglesia eran muy apreciadas como fuentes de la verdad, e incluso la observación directa se consideraba más válida que la experiencia personal. Si bien la autoridad ha demostrado ser una fuente valiosa de conocimiento, es importante preguntarse cómo adquieren exactamente estas autoridades su conocimiento.

En el pasado, las personas a menudo se consideraban correctas simplemente por su posición, como ser rey, jefe o sumo sacerdote. No obstante, en los tiempos modernos, existe una renuencia general a creer ciegamente en las habilidades de alguien únicamente en función de su rango o posición. Las declaraciones hechas por las autoridades ahora solo se aceptan si están respaldadas por experiencia u otras fuentes reconocidas de conocimiento.

La autoridad comparte algunas similitudes con la costumbre y la tradición en que los educadores a menudo recurren a ellas para encontrar respuestas a varios problemas en su profesión y vida diaria. A menudo se preguntan: "¿Cómo se ha hecho esto en el pasado?" y utilizar la respuesta como guía para sus acciones. Tanto la autoridad como la tradición tienen una influencia significativa en el ámbito de la educación, ya que los educadores con frecuencia se basan en prácticas pasadas para abordar problemas actuales. Sin embargo, la historia de la educación ha demostrado que muchas tradiciones antiguas finalmente demostraron ser incorrectas y tuvieron que descartarse.

Por lo tanto, es crucial evaluar críticamente las ideas basadas en la costumbre y la tradición antes de aceptar su validez. Aunque la autoridad se considera una fuente de verdad, no está exenta de defectos. En primer lugar, los expertos pueden cometer errores ya que no son infalibles. Además, es común que los expertos tengan desacuerdos sobre ciertos asuntos, lo que sugiere que sus declaraciones a veces pueden ser opiniones subjetivas en lugar de hechos objetivos.

El razonamiento deductivo es otra valiosa fuente de conocimiento. Implica la capacidad de conectar varias ideas y conceptos para establecer la verdad. Los antiguos filósofos griegos, en particular Aristóteles y sus seguidores, contribuyeron en gran medida al desarrollo de un enfoque

sistemático para descubrir la verdad. Introdujeron el razonamiento deductivo como un proceso cognitivo que se basa en la aplicación de reglas lógicas para derivar declaraciones específicas de las generales.

En esencia, es un método para organizar hechos conocidos y llegar a conclusiones a través de una serie de enunciados conocidos como silogismos. Un silogismo consta de tres componentes: la premisa mayor, la premisa menor y la conclusión. Para ilustrar esto, considere el siguiente ejemplo: todos los hombres son mortales (premisa mayor), Sócrates es un hombre (premisa menor), luego Sócrates es mortal (conclusión). Como se demostró, el razonamiento deductivo permite la progresión lógica desde principios amplios hasta resultados específicos.

Si las premisas del razonamiento deductivo son verdaderas, la conclusión resultante también lo será. Este tipo de razonamiento permite estructurar las premisas en silogismos, que actúan como prueba de fuego para determinar la validez de una conclusión. Normalmente, ante una situación que no se comprende, se acostumbra a emplear el razonamiento deductivo. Sin embargo, es importante reconocer que el razonamiento deductivo tiene sus limitaciones. Para llegar a conclusiones válidas, uno debe comenzar con premisas verdaderas.

La conclusión de un silogismo nunca puede exceder la información proporcionada por las premisas. Las conclusiones deductivas son siempre inferencias que se extraen del conocimiento existente. Como resultado, no es posible confiar únicamente en el razonamiento deductivo al realizar una investigación científica, ya que puede ser un desafío establecer la verdad universal de muchas afirmaciones relacionadas con fenómenos científicos. El razonamiento deductivo puede ayudar a organizar el conocimiento existente y revelar nuevas conexiones a medida que avanza de lo general a lo específico, pero no puede generar verdades completamente nuevas.

El razonamiento deductivo es un proceso que utiliza el método deductivo, que involucra tres etapas distintas de deducción:

- La primera etapa es axiomática, donde se comienza con axiomas que son verdades que no requieren mayor demostración.
- La segunda etapa es la de postulación, que implica la incorporación o creación de doctrinas que sirven como postulados.
- Por último, la tercera etapa es la demostración, que se refiere a las acciones científicas realizadas por matemáticos, lógicos y filósofos.

Aunque el razonamiento deductivo tiene sus limitaciones, todavía tiene un gran valor en el ámbito de la investigación, ya que proporciona un medio para conectar la teoría con la observación. Además, permite a los investigadores inferir y derivar los fenómenos a observar a partir de las teorías establecidas. De hecho, las deducciones hechas a partir de estas teorías pueden incluso servir como hipótesis cruciales en el proceso de investigación científica.

La validez del razonamiento deductivo depende de la veracidad de sus premisas. Sin embargo, determinar la precisión de estas premisas puede ser un desafío. En la Edad Media, la confianza en el dogma y la fe a menudo condujo a la sustitución de premisas válidas por creencias infundadas, lo que resultó en conclusiones erróneas. Fue durante este tiempo que Francis Bacon, un destacado filósofo de los siglos XVI y XVII, introdujo un enfoque revolucionario para adquirir conocimientos. Bacon abogó por que los pensadores se liberaran de las ataduras de aceptar ciegamente las premisas dictadas por la autoridad como verdades absolutas. En cambio, alentó a las personas a evaluar críticamente y cuestionar los cimientos sobre los que se construyó su razonamiento. Al hacerlo, Bacon buscó promover un método de adquisición de conocimiento más riguroso y basado en evidencia.

El investigador creía que era necesario analizar los datos recopilados a través de la observación directa para llegar a conclusiones generales. Bacon recomendó observar la naturaleza de primera mano, evitando sesgos y nociones preconcebidas a las que se refirió como ídolos. Según Bacon, obtener conocimiento requiere observar activamente la naturaleza, recopilar información específica y sacar conclusiones más amplias de esa información. Abogó por un nuevo enfoque para descubrir la verdad: buscar activamente pruebas fácticas en lugar de aceptar ciegamente la autoridad de los expertos o dedicarse a la mera especulación. Con el tiempo, esta mentalidad se convirtió en la piedra angular de todas las disciplinas científicas.

De acuerdo con la perspectiva de Bacon, el proceso de razonamiento inductivo implica el examen y análisis de instancias específicas dentro de una clase o grupo determinado, sobre la base de los cuales se extraen conclusiones e inferencias generales sobre toda la clase. Este enfoque contrasta marcadamente con el método deductivo, en el que se derivan conclusiones comenzando con principios generales y luego aplicándolos a casos específicos. Evidentemente, la disimilitud entre estos dos modos de razonamiento se hace evidente al examinar varios casos ilustrativos:

- El método deductivo es un enfoque de razonamiento lógico en el que se extraen conclusiones basadas en premisas establecidas. Por ejemplo, al aplicar este método a la afirmación "Todos los mamíferos tienen pulmones" y combinarlo con el hecho de que "Todos los conejos son mamíferos", podemos deducir lógicamente que "Todos los conejos tienen pulmones". Esto significa que si un animal se clasifica como mamífero, se garantiza que posee pulmones, y dado que los conejos pertenecen a la categoría de mamíferos, se puede inferir que todos los conejos también poseen pulmones.
- El método inductivo implica observar un grupo de conejos y notar que todos ellos poseen pulmones. De esta observación se infiere que todos los conejos, independientemente de que hayan sido observados o no, también poseen pulmones.

Es importante señalar que el razonamiento deductivo requiere que se conozcan las premisas antes de poder llegar a una conclusión, mientras que el razonamiento inductivo implica llegar a

una conclusión examinando ejemplos y generalizando a partir de ellos. Si un investigador quiere estar completamente seguro de una conclusión inductiva, debe analizar todos los ejemplos. Este proceso, conocido como inducción perfecta en el sistema de Bacon, implica examinar cada instancia del fenómeno. Por ejemplo, para confirmar que todos los conejos tienen pulmones, el investigador tendría que observar todos los conejos vivos, así como los que han vivido en el pasado y nacerán en el futuro. Sin embargo, en realidad, a menudo no es práctico observar todas las instancias, por lo que se hace necesaria una inducción imperfecta basada en observaciones incompletas:

- El método inductivo, también conocido como método experimental, consiste en una serie de pasos que se siguen para llegar a conclusiones científicas. Estos pasos incluyen la observación, la formulación de hipótesis, la verificación, el desarrollo de tesis, el establecimiento de leyes y, en última instancia, el desarrollo de teorías.
- La teoría de la falsificación opera en el marco del método inductivo, lo que significa que las conclusiones inductivas solo pueden considerarse absolutas cuando el tamaño de la muestra es relativamente pequeño. Por ejemplo, si se hace una observación de que todos los estudiantes con cabello rizado en un grupo escolar específico han logrado puntajes por encima del promedio en ortografía, sería razonable inferir que todos los individuos con cabello oscuro en ese mismo grupo también mostrarían puntajes por encima del promedio -Habilidades ortográficas promedio. Sin embargo, sería incorrecto extrapolar estas conclusiones para hacer suposiciones sobre las puntuaciones ortográficas de los individuos pelirrojos en diferentes grupos o en grupos futuros.

Debido a las limitaciones de realizar inducciones perfectas solo en grupos pequeños, las inducciones imperfectas se han convertido en una práctica común. Este sistema implica observar un grupo de muestra y hacer inferencias sobre todo el grupo en función de lo que se observa. Un ejemplo concreto de este tipo de deducción se puede ver en el razonamiento aplicado a los niños muy inteligentes y sus características físicas. Tradicionalmente, prevalecía la creencia de que los estudiantes excepcionales a menudo eran de baja estatura, como lo retratan en la cultura popular los artistas de cómics a través de su representación de estos individuos como seres flacos con anteojos gruesos.

Terman, una figura influyente en el campo de las pruebas mentales, desarrolló una fascinación por las características de los niños muy inteligentes. Para profundizar en este tema, realizó un estudio exhaustivo en el que participaron más de 1000 niños de California que obtuvieron puntajes de coeficiente intelectual superiores a 140 en la prueba de coeficiente intelectual de Stanford-Binet. Los resultados de este estudio revelaron que estos niños excepcionalmente brillantes exhibían una altura, un peso y un bienestar físico general ligeramente superiores a la media en comparación con sus compañeros. Este hallazgo intrigante llevó a la deducción de que estos niños superdotados no son individuos frágiles o débiles, sino que poseen

un desarrollo físico ligeramente mayor en comparación con los niños con capacidades intelectuales promedio. Si bien esta conclusión no se ha probado definitivamente, tiene una probabilidad sustancial de ser fáctica.

Para garantizar la certeza total de esta conclusión, sería imperativo realizar mediciones físicas en cada niño que obtuvo un puntaje de cociente intelectual (CI) de 140 o más en la prueba de inteligencia Stanford-Binet. Sin embargo, incluso con tales medidas, todavía habría un nivel de incertidumbre con respecto a las características futuras de los niños. Si bien esta deducción imperfecta puede no permitir conclusiones infalibles, por lo general produce información confiable que se puede usar para hacer deducciones válidas.

Se puede obtener una comprensión de las características de los eventos y fenómenos utilizando varios métodos, a saber, la experiencia, el razonamiento y la investigación. Estos tres enfoques para la adquisición de conocimientos están interconectados y trabajan juntos para proporcionar una comprensión integral de la realidad. La experiencia, por ejemplo, implica encontrar y observar eventos que suceden al azar, lo que permite una representación algo precisa del mundo real.

Por otro lado, el razonamiento puede realizarse a través de métodos deductivos, inductivos o hipotético-deductivos, lo que permite a las personas extraer conclusiones lógicas basadas en la información existente. Por último, la investigación implica un proceso sistemático y empírico que combina la experiencia y el razonamiento. Su objetivo es examinar y evaluar críticamente las relaciones propuestas entre los fenómenos naturales, utilizando proposiciones hipotéticas como base para la investigación. Al emplear estos tres enfoques complementarios, se puede obtener una visión más profunda de la naturaleza de los eventos y fenómenos.

El uso de solo inducción conduce a una acumulación limitada de conocimiento e información, lo que no contribuye significativamente al progreso científico. Además, se ha descubierto que existen muchos problemas que no pueden resolverse únicamente mediante la inducción. Como resultado, los académicos se dieron cuenta rápidamente de la necesidad de incorporar aspectos importantes de los métodos inductivo y deductivo en un nuevo enfoque conocido como método inductivo-deductivo o científico. Una de las primeras aplicaciones conocidas de este método fue la de Sir Charles Darwin, quien la utilizó para desarrollar su teoría de la evolución. Darwin observó extensamente los fenómenos biológicos con la esperanza de hacer generalizaciones sobre la evolución. Durante este proceso, se adhirió a los principios de Francis Bacon y recopiló hechos de varias fuentes sin ninguna teoría preexistente.

Inicialmente, Darwin luchó por progresar en su investigación utilizando solo la observación. Sin embargo, después de profundizar en trabajos más académicos y participar en el pensamiento lógico, pudo desarrollar una hipótesis preliminar que podría explicar potencialmente los datos que había recopilado a través de la observación. Para probar su hipótesis, Darwin empleó

el razonamiento deductivo, haciendo deducciones lógicas y recopilando más datos para determinar si se alineaba con su hipótesis inicial. Finalmente, a través de este riguroso proceso de investigación, Darwin construyó con éxito su teoría de la evolución. Este enfoque, que utiliza tanto el razonamiento deductivo como el inductivo, es ahora un sello distintivo de las investigaciones científicas modernas, ampliamente reconocido como el método más confiable para adquirir conocimiento.

El método científico se describe comúnmente como un enfoque sistemático empleado por los investigadores para investigar y comprender el mundo natural. Implica una serie de pasos que comienzan con observaciones cuidadosas, que conducen a la formación de conjeturas o hipótesis educadas. Estas hipótesis se utilizan luego para hacer deducciones lógicas y anticipar los resultados potenciales si la relación asumida es cierta. Para validar estas consecuencias anticipadas, se recopilan y analizan datos empíricos. Con base en los hallazgos, las hipótesis son apoyadas o refutadas. Este proceso cíclico asegura que el conocimiento científico se construya sobre una base sólida de evidencia y se perfeccione continuamente a través de pruebas rigurosas.

La utilización de la hipótesis distingue de manera significativa al método científico del razonamiento inductivo. Mientras que el razonamiento inductivo implica hacer observaciones iniciales y luego organizar la información recopilada, el método científico implica el proceso de razonamiento basado en los posibles resultados que se observarían si una hipótesis fuera cierta. Después de esto, se realizan observaciones sistemáticas con el objetivo de confirmar la hipótesis o refutarla.

Por lo tanto, el método científico se conceptualiza como una secuencia de etapas que requieren adherencia, aunque la nomenclatura de estas etapas puede diferir entre los estudiosos, el *quid* radica en transmitir la noción de que este método es un proceso de investigación organizado que comprende componentes interconectados. Evolucionando a lo largo del tiempo, ha mantenido su relevancia como un enfoque eficaz para comprender los intrincados reinos del mundo natural. Las etapas constitutivas del método científico abarcan:

- identificación y aclaración del dilema en cuestión,
- formulación de hipótesis potenciales a través del razonamiento deductivo,
- recopilación y escrutinio meticolosos de datos,
- validación o negación de las hipótesis formuladas,
- presentación de hallazgos, y
- elaboración de conclusiones perspicaces.

La comprensión de la naturaleza de los fenómenos se puede lograr a través de varios medios que incluyen la experiencia, el razonamiento y la investigación. Estos tres enfoques no se

excluyen mutuamente sino que se complementan en la búsqueda del conocimiento. La experiencia implica comprometerse con los sucesos y eventos reales que suceden por casualidad, lo que permite una aproximación más cercana a la realidad.

Por otro lado, el razonamiento puede tomar tres formas diferentes: deductivo, inductivo o deductivo hipotético. El razonamiento deductivo, que tiene sus raíces en el silogismo aristotélico, fue el método de razonamiento predominante hasta el Renacimiento. Sin embargo, en el siglo XVII, Francis Bacon desafió esta confianza en el razonamiento deductivo y enfatizó la importancia de la observación como base de la investigación científica. Bacon introdujo el método inductivo, que consiste en estudiar casos individuales para extraer generalizaciones. Hizo hincapié en la importancia de la evidencia empírica en la búsqueda del conocimiento.

La investigación científica implica la integración del pensamiento experimental y lógico. Es un examen minucioso y metódico de enunciados hipotéticos sobre las conexiones potenciales entre fenómenos naturales, empleando controles sistemáticos y evidencia empírica. La ciencia, por otro lado, abarca un cuerpo estructurado de conocimiento que se ha acumulado a través de la utilización del método científico. El método científico, siendo un aspecto integral de la investigación científica, juega un papel fundamental en la adquisición de conocimientos dentro del campo.

La existencia de la ciencia está impulsada principalmente por la necesidad de comprender y explicar los fenómenos naturales. Esta búsqueda de conocimiento está alimentada por una constante curiosidad por descubrir las leyes subyacentes que gobiernan el funcionamiento del mundo. En consecuencia, surgen diferentes perspectivas y objetivos en cuanto al propósito de los esfuerzos científicos.

Por otro lado, existen enfoques humanistas que abogan por una metodología cualitativa que enfatiza la profundidad y la comprensión. La investigación-acción, por ejemplo, afirma que las funciones de la ciencia pueden resumirse como "comprender para transformar". Desde este punto de vista, el aspecto clave de la ciencia es su capacidad para contribuir a la mejora de las condiciones de vida y efectuar un cambio positivo.

Contrariamente al positivismo, esta concepción de la ciencia permite un enfoque ideográfico, que basa sus hallazgos en casos individuales y específicos en lugar de esforzarse por establecer leyes generales. Los métodos cualitativos se emplean predominantemente en este contexto. El debate entre la ciencia nomotética y la ideográfica, así como el choque entre las perspectivas positivista y antipositivista, ha suscitado una discusión sobre la naturaleza fundamental de la ciencia.

Existen diversas opiniones sobre el papel de la ciencia, y algunos argumentan que su objetivo principal es contribuir al conocimiento teórico. Por ejemplo, se cree que el objetivo último de la ciencia es el desarrollo de teorías que expliquen los fenómenos naturales. Otros académicos

también han destacado diferentes objetivos de la ciencia, como formular hipótesis, definir términos, explicar la realidad, establecer leyes y generalizar. Estos objetivos se alinean con la metodología científica clásica arraigada en el positivismo, que considera la ciencia como nomotética, centrada en establecer leyes generales utilizando predominantemente métodos cuantitativos. Según esta perspectiva, la ciencia tiene cuatro funciones principales: describir fenómenos, explicar comportamientos, identificar relaciones entre fenómenos y predecir eventos futuros en función de ciertas condiciones.

Método científico

El método científico juega un papel crucial en la formación del conocimiento científico. Como afirma Bunge (1981), sin método científico no hay ciencia. Este método implica la aplicación de procesos sistemáticos para resolver problemas, lo que lleva al desarrollo de la investigación científica. Mediante la observación y la experimentación, los científicos pueden obtener valiosos conocimientos. Sin embargo, la literatura sobre métodos de investigación revela una diversa gama de perspectivas con respecto al método científico. Algunos autores argumentan que existe un único método científico, aunque con variaciones, mientras que otros sostienen que existen múltiples métodos.

Es importante comprender las fases clave del método científico con fines educativos. Curiosamente, estas fases se alinean con el concepto de razonamiento hipotético-deductivo. En este enfoque, los investigadores primero se involucran en el razonamiento inductivo mediante la observación de casos específicos, que luego conducen a la formulación de hipótesis. Posteriormente emplean el razonamiento deductivo para explorar las implicaciones de estas hipótesis, combinando elementos del razonamiento deductivo de Aristóteles y la inducción de Bacon.

Actualmente, la investigación en el campo de las ciencias sociales está generando discusiones extensas y estimulantes. Los principios convencionales de la argumentación científica y sus pretensiones de poseer una comprensión integral de la realidad han sido objeto de cuestionamiento. Esto implica que la certeza y la objetividad asociadas al conocimiento científico han sido cuestionadas. En cambio, muchos académicos argumentan que el conocimiento científico debe verse como un concepto relativo, supeditado al reconocimiento y la aceptación por parte de una comunidad científica particular en un momento dado. Además, se sugiere que el conocimiento científico también puede verse como emergente de un contexto histórico dinámico o como producto de un marco de influencia cultural que genera conocimiento. A la luz de estas perspectivas, la naturaleza y validez del conocimiento científico dentro de las ciencias sociales está siendo reevaluada y redefinida.

El surgimiento y la reconstrucción de paradigmas son el resultado de la existencia humana dentro de la sociedad, influyéndose y siendo influenciados unos por otros. Esta interacción

conduce al desarrollo de una nueva racionalidad que percibe la realidad como un sistema complejo e interconectado, conocido como "ontología sistémica" u "orden abierto". El holismo y la ecología profunda abarcan esta perspectiva, reconociendo la interdependencia de varios fenómenos vitales y sociales dentro del mundo. Este cambio filosófico ofrece un nuevo enfoque para comprender los fenómenos universales y sirve como base para la investigación en ciencias sociales. A medida que los paradigmas continúan evolucionando y se vuelven más diversos, contribuyen al avance del conocimiento en estos campos.

Al considerar los hechos investigativos en las ciencias sociales, surgen varias cuestiones. En primer lugar, hay una falta de integración entre la teoría y la práctica. En segundo lugar, es un desafío generalizar los hallazgos y hacer predicciones precisas. En tercer lugar, faltan leyes universales que puedan aplicarse en diferentes contextos. En cuarto lugar, la conexión entre la observación y la teoría es compleja. Asimismo, los factores que se estudian suelen ser multifacéticos e intrincados. Además, comprender las acciones cotidianas es difícil ya que la autorreflexión de los actores siempre es incompleta. Además, existe una relación entre la evaluación del conocimiento y la transformación de los discursos teóricos. También, la conexión entre el conocimiento y el poder es una preocupación importante. Y por último, reconstruir la realidad desde la perspectiva del actor es una tarea desafiante.

Como resultado, el potencial para utilizar la metodología científica en el ámbito de las Ciencias Sociales ha sido un tema de debate. Si bien se reconocen las cualidades y limitaciones únicas impuestas por el marco de investigación, el consenso general es que esta posibilidad es factible. Los campos de las Ciencias Humanas y las Ciencias Sociales a menudo se cruzan, y la elección de la terminología depende del enfoque específico del estudio de los individuos o de la sociedad. Aunque, en la práctica, estos términos a menudo se usan indistintamente. De hecho, al examinar la naturaleza de la humanidad, el concepto de sociedad está inherentemente entrelazado, y viceversa.

El campo de las Ciencias de la Educación se clasifica en la categoría más amplia de Ciencias Humanas y Sociales. Esta clasificación se basa en dos factores principales:

- La materia de las Ciencias de la Educación gira en torno al estudio de la educación en el contexto tanto de los individuos como de la sociedad.
- Las metodologías empleadas en este campo se alinean con las comúnmente utilizadas en Ciencias Humanas y Sociales.

Por lo tanto, es crucial reconocer el potencial de la metodología científica para ser aplicada en el examen de los fenómenos educativos. A lo largo del siglo pasado, la extensa historia de investigación en esta área ha demostrado consistentemente que no existen limitaciones inherentes que impidan la aplicación de enfoques científicos y experimentales al campo de la pedagogía.

La pedagogía se considera un campo científico, ya que va más allá de la simple observación y descripción de los hechos educativos. En cambio, su objetivo es proporcionar una comprensión integral de estos fenómenos mediante el empleo del método científico. Los principios y teorías derivados de la investigación pedagógica no deben ser vistos como absolutos o predeterminados, sino más bien con un grado de probabilidad o aleatoriedad.

Debido al desarrollo relativamente reciente de las Ciencias de la Educación, actualmente se las considera en un estado de protociencia, o ciencia embrionaria. Esto a veces puede llevar a confusión, ya que a veces se confunde la Pedagogía con una pseudociencia. El concepto de pseudociencia se refiere a una colección de creencias o ideologías que algunas personas perciben como de naturaleza científica. No obstante, es importante señalar que muchos autores no han logrado distinguir entre investigación educativa y pedagogía experimental.

En general, los estadounidenses tienden a referirse a la investigación educativa, mientras que los europeos suelen hablar de pedagogía experimental. A lo largo de la historia de la investigación educativa, ha habido un enfoque en la pedagogía experimental. Sin embargo, a medida que el campo ha evolucionado, ha habido un cambio gradual hacia la discusión de los métodos de investigación.

Algunos autores, como J. Simon, Th. Simon, Dottrens y Mialaret, han hecho una clara distinción entre pedagogía experimental e innovación pedagógica. La pedagogía experimental implica actividades científicas cuidadosamente planificadas, controladas y sistemáticas. Requiere la medición, el control y el establecimiento de leyes. Por otro lado, la innovación pedagógica se refiere a la introducción de nuevos métodos de enseñanza y aprendizaje a modo de prueba. Es más un arte que una ciencia y se puede ver en las contribuciones de figuras influyentes como Comenio, Rousseau, Pestalozzi, Reddie, Desmolins, Claparède, Ferrière, Kerchensteiner, Parkhurst, Washburne, Fienet, Carl Rogers y los no- enfoque de orientación directiva.

El concepto de investigación educativa es increíblemente complejo y expansivo, por lo que es difícil proporcionar una definición concisa. Numerosos individuos han intentado definirlo, dando como resultado una variedad de intentos de definición. Algunos ejemplos notables incluyen la afirmación de Best en 1972 de que la investigación educativa es un "proceso formal, sistemático e intensivo que aplica el método científico de análisis". Travers, en 1979, lo describió como una actividad enfocada en desarrollar un cuerpo bien organizado de conocimiento científico sobre temas que interesan a los educadores. Kerlinger, en 1985, la definió como una investigación empírica, sistemática y controlada que examina críticamente proposiciones hipotéticas sobre las relaciones entre fenómenos naturales. Hayman, en 1979, vio la investigación educativa como parte de las ciencias del comportamiento que tiene como objetivo comprender, explicar, predecir y, en cierta medida, controlar el comportamiento humano. Por último, Sánchez V. en 1998 afirmó que la pedagogía experimental engloba cualquier cuestión pedagógica que pueda ser explorada a través de la experiencia.

Teniendo en cuenta que una definición simple siempre resultará muy pobre para un concepto tan amplio como el de método de investigación, se puede intentar expresar el concepto actual de investigación educativa como "...conocimiento sistemático sobre métodos científicos aplicados a la investigación educativa empírica". Naturaleza".

Quintiliano, figura destacada en el campo de la investigación pedagógica durante el siglo I d.C., se destaca como uno de los primeros educadores que se dedicó al estudio sistemático de los métodos de enseñanza. Su renombrado trabajo sobre las instituciones de oratoria demostró su profundo conocimiento de los aspectos empíricos de la pedagogía. Avanzando hacia el período del Renacimiento, nos encontramos con Luis Vives, un erudito importante que contribuyó aún más al avance de la pedagogía. En su influyente tratado sobre la enseñanza, Vives enfatizó la importancia de la observación, la experimentación y la inducción como pilares fundamentales de la educación. Al destacar estas figuras clave y sus respectivas contribuciones, obtenemos una comprensión integral de la evolución histórica de la investigación pedagógica y su profundo impacto en el campo de la educación.

En el ámbito de la innovación educativa, es importante reconocer la importante revolución que se produjo, marcada por una sucesión de movimientos iniciados por figuras influyentes como Rousseau, Pestalozzi y Froebel. Un ejemplo notable de un movimiento de renovación en el siglo XX es la Escuela Activa, en la que Maria Montessori creía firmemente. Montessori estaba convencida de que educar a las generaciones en los principios y técnicas de una "pedagogía científica" activa conduciría a mejoras en la vida humana y social. Central a este enfoque fue el reconocimiento del papel crucial que juegan los materiales didácticos y la personalidad del maestro.

Montessori enfatizó el concepto de la "mentalidad absorbente" de los niños, destacando su inmensa capacidad para beneficiarse de los "períodos sensibles" durante sus primeros años, que moldearían su mundo interior e influirían en el desarrollo de su personalidad. Contribuyendo a la innovación pedagógica, J. Dewey desempeñó un papel importante a través del movimiento New School. Su obra, "Cómo pensamos", se convirtió en una referencia seminal en la metodología científica, estableciendo los pasos del método de investigación. A principios del siglo XX comenzó el surgimiento de trabajos sistemáticos sobre "pedagogía experimental", con contribuciones notables de Rice, Lay, Meumann, Binet, Mann, Claparède, Richard, McCall, Simon y otros. Se consideró que la investigación educativa había surgido simultáneamente tanto en Europa como en los Estados Unidos durante este tiempo. Inicialmente, el método experimental tomó protagonismo en las investigaciones pedagógicas, haciendo prácticamente exclusiva la metodología cuantitativa.

En los últimos tiempos, ha habido un mayor énfasis en discutir y explorar la pedagogía experimental en el campo de la educación. En el pasado, la historia de la investigación educativa giraba principalmente en torno al desarrollo y la implementación de enfoques pedagógicos experimentales. Sin embargo, el panorama ahora ha evolucionado y la experimentación

pedagógica se reconoce como solo una de las muchas metodologías empleadas en la investigación educativa. Este cambio significa que se está utilizando una gama más amplia y diversa de metodologías de investigación. En consecuencia, hay varias tendencias notables en la investigación educativa que han surgido en respuesta a este enfoque ampliado. Estas tendencias abarcan una multitud de aspectos, incluidas técnicas de enseñanza innovadoras, avances tecnológicos y la exploración de estrategias educativas alternativas, entre otros:

- De la pedagogía experimental a los métodos de investigación educativa: El concepto original de pedagogía experimental se ha ampliado a través de nuevos métodos de investigación. El cambio de concepto refleja el cambio profundo de enfoque y contenido.
- Diseños cuasiexperimentales: Los diseños cuasiexperimentales con controles parciales, típicos de los experimentos de campo, tienden a reemplazar los experimentos de laboratorio con control máximo, pero carecen de validez ecológica.
- Estudios ex post facto: Cada vez hay más interés por este tipo de estudios, en los que no se manipulan variables independientes, sino que se inician investigaciones “después del hecho”.
- Análisis multivariado: En los métodos cuantitativos se observa la sustitución de la estadística clásica por los métodos multivariados.
- Estadística informática: El advenimiento de las computadoras ha hecho posible la aplicación de métodos multivariados en el análisis de datos a través de programas informáticos. El proceso de cálculo mecánico ha pasado a un segundo plano.
- Metanálisis: El metanálisis se puede realizar en una gran cantidad de datos de múltiples encuestas que se han realizado. Es un método cuantitativo.
- Metodología cualitativa: Se encuentra en la posición opuesta al método tradicional cuantitativo característico. La investigación etnográfica y las técnicas de triangulación son ejemplos ilustrativos de esta tendencia.
- Investigación acción: Investigación dirigida a la solución de problemas específicos sin preocuparse demasiado por ampliar conocimientos teóricos.
- Investigación descriptiva: Describir y explicar hechos. Está interesado en las condiciones o relaciones existentes; prácticas actuales; creencias, puntos de vista y actitudes actuales; procesos que tienen lugar; efectos de filtro; o desarrollar tendencias, con el objetivo principal de indicar el statu quo.
- Investigación histórica. Es el proceso complementario de observación mediante el cual los historiadores intentan verificar la precisión de los informes de observación de otros. Su finalidad principal es decirnos qué es.

No existe una jerarquía definitiva entre estas tendencias, ya que cada una tiene sus propios méritos. La elección de qué tendencia emplear en un estudio de investigación está influenciada por el problema específico que se aborda y el tipo de datos requeridos. En ciertos casos, puede ser lógico pasar de un tipo de investigación a otro. Alternativamente, se puede realizar inicialmente un estudio histórico para obtener información sobre investigaciones previas realizadas sobre el tema. Posteriormente, un estudio descriptivo puede ofrecer una instantánea del estado actual del problema pedagógico. Armados con esta información, los investigadores pueden embarcarse en la experimentación para descubrir las relaciones entre las variables que ya se han explorado en otros tipos de estudios.

A pesar del uso extensivo del método científico y la acumulación de conocimiento confiable en la educación, todavía no alcanza el nivel científico alcanzado por las ciencias naturales. Las ciencias sociales, incluida la educación, se han esforzado por establecer generalizaciones que posean el mismo poder explicativo y precisión predictiva que las teorías de las ciencias naturales. Los sociólogos a menudo pasan por alto ciertos hechos que se dan por sentados o brindan explicaciones que simplemente satisfacen la clarificación de esos hechos. No está claro si las ciencias sociales alguna vez podrán cumplir plenamente los objetivos de la investigación científica, como lo han hecho las ciencias naturales.

Es importante señalar que el método científico no garantiza un éxito constante, ya que su aplicación en la educación y otras ciencias sociales enfrenta varias limitaciones. Un obstáculo importante es la complejidad inherente del tema de las ciencias sociales. A diferencia de las ciencias naturales, que se ocupan de los fenómenos físicos y biológicos, los sociólogos estudian el comportamiento y el desarrollo humanos tanto a nivel individual como grupal. Las variables en juego en estos estudios son numerosas y deben tenerse en cuenta para comprender la naturaleza intrincada del comportamiento humano.

Cada individuo posee cualidades únicas en términos de su desarrollo, mentalidad, comportamiento social y emocional y personalidad en general. Los sociólogos también deben examinar el comportamiento colectivo y cómo las acciones de los miembros del grupo influyen en los individuos. El comportamiento de un grupo de estudiantes de primer año, por ejemplo, puede variar según la situación específica en la que se encuentren. Los estudiantes, los profesores y el entorno contribuyen con variables que dan forma a los fenómenos de comportamiento observados, por lo que es crucial que los investigadores sociales ejerzan precaución al hacer generalizaciones.

Los datos obtenidos de un grupo en una situación particular pueden no ser válidos para otros grupos o situaciones. En contraste con las ciencias naturales, donde un químico puede observar objetivamente las reacciones entre las sustancias en un tubo de ensayo y replicar fácilmente sus observaciones, la reproducción de experimentos en las disciplinas sociales es mucho más desafiante. Un educador estadounidense, por ejemplo, no puede replicar las condiciones exactas del método de enseñanza experimental de un educador ruso con la misma

precisión que un químico podría replicar un experimento ruso. Incluso dentro de la misma escuela, es casi imposible replicar una situación con precisión.

Otro tema que surge en el estudio de los fenómenos sociales es el potencial del acto mismo de observación para causar cambios que de otro modo no habrían ocurrido. Los investigadores pueden creer erróneamente que X es la causa de Y, cuando en realidad es su mera observación de X la responsable de la aparición de Y. Este fenómeno se demostró en un experimento en el que los cambios en el rendimiento de los estudiantes no se debieron realmente a cambios en el trabajo, condiciones, sino más bien el hecho de que los estudiantes sabían que estaban siendo seleccionados para una investigación.

La presencia de investigadores como observadores en una situación puede alterar el comportamiento de los sujetos, aunque el uso de cámaras y grabadoras ocultas puede ayudar a minimizar esta interacción. Sin embargo, gran parte de la investigación en ciencias sociales se basa en las respuestas de los sujetos humanos a los observadores humanos, lo que dificulta eliminar por completo esta influencia. A diferencia de las ciencias naturales, donde los experimentos se pueden realizar con un control rígido de las condiciones en un entorno de laboratorio, los sociólogos a menudo tienen que trabajar en condiciones menos precisas y estudiar múltiples variables simultáneamente. Se esfuerzan por identificar y controlar tantas variables como sea posible, pero la complejidad de este tipo de investigación presenta desafíos únicos para mantener el control. Además, los instrumentos de medición utilizados en las ciencias sociales no son tan perfectos y precisos como los de las ciencias naturales, ya que carecen de la precisión de herramientas como reglas, termómetros e instrumentos de laboratorio.

Comprender el comportamiento humano se complica aún más por la multitud de variables que actúan de forma independiente y en interacción. Las técnicas estadísticas empleadas en el análisis de los datos de las ciencias sociales solo pueden dar cuenta de un número limitado de estos factores que interactúan y solo pueden atribuir la variación a los factores presentes en el momento de la medición. Los factores que han influido en el pasado no son medibles en el presente, a pesar de su impacto significativo.

La complejidad de las interpretaciones derivadas de la investigación en las ciencias sociales plantea un desafío y justifica una cuidadosa consideración por parte de los experimentadores cuando intentan extraer generalizaciones. A menudo es necesario realizar múltiples estudios en un área específica antes de hacer tales generalizaciones con seguridad. Solo cuando los hallazgos iniciales se replican y validan consistentemente, estas generalizaciones pueden considerarse más confiables. A pesar de las limitaciones antes mencionadas, ha habido un avance significativo en la pedagogía y las ciencias sociales. Además, es razonable anticipar una mayor elevación en su rigor científico y calidad a medida que la investigación y la metodología continúan evolucionando con un enfoque más sistemático y riguroso.

Matemáticas: el problema didáctico filosófico

Maurice Fréchet, el renombrado matemático francés que vivió entre 1878 y 1973, es ampliamente reconocido por sus importantes contribuciones al establecimiento de los conceptos fundamentales de topología de conjuntos, espacios abstractos y análisis funcional. Sin embargo, su destreza intelectual se extendió mucho más allá de estos ámbitos, ya que también hizo valiosas contribuciones a otras disciplinas como la teoría de la probabilidad, la estadística, la geometría y el análisis clásico.

Entre su generación de investigadores, Fréchet se destacó por su gran interés por contemplar la enseñanza, la filosofía y la historia de las matemáticas, impulsado por su fascinación por las aplicaciones prácticas de las matemáticas y sus manifestaciones tangibles. Su extenso cuerpo de trabajo, particularmente sus publicaciones sobre la "desaxiomatización" de las matemáticas, ofrece una visión profunda de esta área de interés. La perspectiva de Fréchet sobre la relación entre las matemáticas y la experiencia se puede resumir de la siguiente manera: las matemáticas son un producto de la construcción intelectual lograda a través de un proceso de síntesis inductiva, donde las sucesivas esquematizaciones se derivan de los fenómenos del mundo real.

En las diversas publicaciones donde expuso esta idea, Fréchet adoptó una postura crítica frente a los desafíos asociados al método axiomático-deductivo tanto en la investigación como en la educación matemática. Esta oposición formó la base de sus reflexiones filosóficas, históricas y pedagógicas sobre las matemáticas. Si bien reconoció la utilidad del método axiomático para establecer las matemáticas sobre un pequeño conjunto de principios fundamentales, Fréchet enfatizó la necesidad de validar la definición lógica de un objeto a través de la representación experimental, tanto en la enseñanza como en la investigación. Esta función crucial, que denominó "desaxiomatización", subrayó la importancia de alinear los conceptos teóricos con la evidencia empírica.

Sin embargo, el concepto de desaxiomatización no solo cumple un propósito pedagógico para Fréchet, sino que también cumple una necesidad lógica en la verificación de una teoría matemática integral. Al profundizar en un cautivador discurso histórico entre Fréchet y Bourbaki, profundizaremos en las diferentes interpretaciones de "aplicación" y "verificación" en la justificación de una teoría matemática, centrándonos específicamente en las investigaciones pioneras de Fréchet sobre los espacios métricos. Esta exploración nos llevará en última instancia a analizar críticamente el papel lógico que Fréchet atribuye a la desaxiomatización en el establecimiento del conocimiento matemático, utilizando el diferencial abstracto de Fréchet como caso de estudio, y a dilucidar su propuesta filosófica sobre la interacción entre las matemáticas y la experiencia empírica.

Didáctica y la axiomática

La primera publicación de Fréchet, que transmitía sus puntos de vista didácticos y filosóficos sobre las matemáticas y la experiencia, se pronunció como conferencia inaugural del curso de análisis en la Universidad de Estrasburgo el 17 de noviembre de 1919. Esta conferencia fue un momento significativo para Fréchet, ya que formaba parte de un equipo de profesores encargado por el gobierno de organizar estudios superiores en Alsacia, tras el restablecimiento del control político francés después de la devastadora guerra.

En esta conferencia inaugural, Fréchet asumió el papel de una persona encargada de una misión académica crucial en un período políticamente desafiante. Para enfatizar su punto, Fréchet hizo referencia al matemático alsaciano Louis-François-Antoine Arbogast, destacando su biografía intelectual y sus contribuciones matemáticas. En particular, Fréchet se centró en las opiniones de Arbogast sobre el plan general de instrucción pública adoptado por la Convención Nacional. Según Arbogast, el método de descubrimiento del conocimiento es también la forma más eficaz de comunicarlo, ya que permite a cualquier persona, independientemente de sus capacidades, comprender la cadena de ideas que lleva a la invención de un concepto. Todo lo que los individuos necesitan es un procedimiento que satisfaga su inteligencia, guiándolos a través de las ideas intermedias que unen lo conocido y lo desconocido. Fréchet señaló que los métodos históricos no deben usarse a ciegas, y si existe un enfoque más directo para introducir ciertos conocimientos, sería innecesario hacer que los estudiantes se desvíen del método inicial. Arbogast creía que este procedimiento directo se alineaba con el método de análisis.

Parece que el enfoque de Fréchet para la enseñanza de las matemáticas implica un procedimiento específico. Primero se presenta brevemente el problema, luego se identifica la dificultad principal y finalmente se guía al alumno a través de una serie de aproximaciones para superar dicha dificultad. Fréchet cree que este método de exposición se alinea con los objetivos de instrucción pública en la primera república, como defendía Arbogast.

Fréchet rechaza el enfoque que presenta la ciencia como una revelación divina, con lemas, teoremas y corolarios perfectamente demostrados, siguiendo una ley misteriosa e inaccesible. En cambio, enfatiza la importancia de comenzar con axiomas y conceptos que sean intuitivos para el estudiante, en lugar de imponerlos como nociones o postulados abstractos. La reconstrucción del trabajo de abstracción del autor es necesaria para mantener la confianza del estudiante en la teoría. Fréchet sostiene que la enseñanza de las matemáticas debe reconocer que el enunciado axiomático y la parte deductiva de una teoría son el resultado de un trabajo previo, lo que justifica el uso de axiomas.

Por lo tanto, la exposición dogmática que se basa únicamente en axiomas no refleja la realidad de la actividad matemática. En su conferencia sobre el origen de las matemáticas, Fréchet afirma que la imposición de la aritmetización en una teoría axiomatizada no significa que queden excluidas las representaciones intuitivas o las conexiones con el mundo físico. Él cree que las

matemáticas no pueden ser un ámbito autónomo al margen de las influencias externas, sino que están influenciadas por nuestra comprensión y experiencias.

El concepto de número entero no es algo que exista independientemente de su contexto. Más bien, es una forma de expresar una característica común que se puede encontrar en varias colecciones. Esto es similar a cómo la masa es una característica que se puede encontrar en diferentes cuerpos. Además, el concepto de número se considera una noción científica fundamental porque se separó de las complejidades de las negociaciones humanas, no porque sea el concepto más simple. Este mismo punto de vista también se aplica al concepto de infinito. Según Fréchet, la idea de una sucesión infinita contable no es algo que surja de la intuición pura o de la inducción matemática. En cambio, es todo lo contrario. Inicialmente, las secuencias infinitas de números enteros se aceptan en la aritmética porque sirven como representaciones convenientes de objetos concretos, de forma similar a como se aceptan las líneas euclidianas.

Durante una conferencia celebrada en Berna en 1925, Fréchet discutió el método más efectivo para enseñar matemáticas. Si bien reconoció la importancia del enfoque axiomático-deductivo, que había ganado prominencia debido a la escuela Hilbert en Göttingen, Fréchet defendió el valor de un programa de desaxiomatización tanto en la enseñanza como en la investigación. Aclaró que no se oponía a la tendencia imperante de basar los principios científicos en un número mínimo de conceptos simples, ya que personalmente había empleado este método de manera extensiva en sus trabajos de 1904 a 1925.

En sus investigaciones, Fréchet se centró en distinguir y extraer propiedades de la teoría de conjuntos lineales (como partes de \mathbb{R} y \mathbb{R}^n) y la teoría de funciones reales que eran independientes de la naturaleza de los objetos considerados. Si bien Fréchet no utilizó explícitamente el término, podemos entender que propuso referirse a esta clase formal de propiedades o proposiciones matemáticas como Teoría de los Espacios Abstractos.

Fréchet amplió su clase inicial y desarrolló una clase más compleja de proposiciones y teorías denominada Análisis General, que incluía un capítulo específico sobre Análisis Funcional. Fréchet creía que el método deductivo jugó un papel crucial en esta expansión al proporcionar una selección de axiomas que podrían establecer una gama más amplia de conceptos matemáticos. Por ejemplo, al introducir la axiomática de la métrica y sus propiedades topológicas asociadas, Fréchet pudo estructurar la teoría de los espacios métricos. Esta teoría allanó el camino para el examen de varias clases de espacios funcionales, como los compuestos por funciones continuas, funciones analíticas y curvas. A pesar de sus diferencias, todos estos espacios funcionales compartían una estructura común gracias a los avances realizados en la teoría del espacio métrico. El uso de Fréchet de procedimientos axiomáticos y formales se empleó una vez más para definir la topología del espacio, esta vez no en términos de métricas, sino estudiando la convergencia de secuencias contables o familias de vecindarios. Este enfoque dio lugar a clases y teorías de espacios topológicos aún más completas.

En la Introducción a *Espaces Abstraits*, Fréchet analiza el enfoque utilizado para establecer las bases del análisis general. Este enfoque implica dos fases bien diferenciadas. En primer lugar, implica formular un conjunto de definiciones que capturen las propiedades esenciales de los conceptos tomados del análisis clásico en su forma más abstracta posible. En segundo lugar, requiere extender los principios básicos del análisis clásico a partir de estas definiciones abstractas. Fréchet reconoce que para ser considerado un objeto matemático válido en el ámbito del análisis general, estas proposiciones generalizadas deben ser probadas dentro del nuevo marco teórico.

Sin embargo, sugiere que en ciertos casos, este requisito puede pasarse por alto y la demostración puede considerarse "lista" si se alinea con los conceptos y propiedades establecidos en el marco teórico anterior. En tales casos, basta con presentar los conceptos y propiedades utilizados en la estrategia demostrativa anterior. Este tipo de razonamiento procede en la dirección analítica tradicional basada en el sistema de definiciones. Un ejemplo de este enfoque se puede ver en el argumento de la "prueba" de compacidad en espacios abstractos, que se examinará en la siguiente discusión.

Aunque, hay casos en los que no es inmediatamente obvio si una proposición que se sospecha que es generalizable se acepta lógicamente por extensión a un nuevo marco. En estas situaciones, el proceso de razonamiento adopta un enfoque sintético, adaptando las definiciones para que se ajusten a ciertas condiciones. En ambos casos, es necesario analizar y examinar cuidadosamente las demostraciones conocidas para identificar las hipótesis esenciales y, si es posible, expresarlas en forma abstracta. A veces, puede ser necesario abandonar una prueba que era válida en un caso específico si no puede generalizarse, y debe buscarse una prueba completamente diferente.

Este enfoque se puede observar en las primeras investigaciones de Fréchet sobre espacios abstractos, como su publicación de 1904 sobre la generalización de un teorema de Weierstrass. En este trabajo, Fréchet introduce un conjunto de conceptos fundamentales por primera vez en matemáticas, incluyendo conjuntos abstractos, funciones u operaciones funcionales (uniformes), continuidad de funciones (precedida por la introducción de la convergencia de sucesiones contables en la topología del espacio), y conjuntos compactos. Si bien este sistema de definiciones es innovador, también es bastante esquemático y se perfeccionará en los años siguientes.

El siguiente paso consiste en extender la propiedad de Weierstrass, que se aplica a funciones continuas de valores reales, a espacios abstractos. Fréchet considera que se trata de una cuestión puramente matemática y lógica. No obstante, no proporciona la prueba de este "teorema" en su breve nota. En cambio, se centra en la importancia de su contribución, que radica en su capacidad para caracterizar la compacidad en términos de la convergencia de secuencias, demostrar propiedades interesantes de conjuntos compactos, establecer la equivalencia entre la compacidad y la acotación y el cierre de intervalos en los números reales, y mostrar la relevancia del teorema de Weierstrass en varias dimensiones e incluso en espacios con dimensiones infinitas.

Fréchet enfatiza las amplias aplicaciones de estas proposiciones abstractas, a pesar de su naturaleza aparentemente esotérica.

Espacios métricos

El concepto de "aplicación" o "verificación" de una teoría general juega un papel crucial en la comprensión de la idea de "desaxiomatización" de Fréchet. Para profundizar en las diversas modalidades que toma esta noción en las concepciones de Fréchet, relataremos una intrigante discusión entre Fréchet y Bourbaki con respecto a las opiniones de este último sobre la contribución de Fréchet a la topología general. Específicamente, nos interesa explorar cómo se emplean las nociones de "aplicación" y "verificación" para justificar la teoría de los espacios métricos. En un manuscrito que se cree que fue escrito en 1960, Fréchet expresa su descontento con la evaluación de Bourbaki sobre su contribución a los espacios topológicos.

Destaca que en su Tesis de 1906, cuando introdujo el concepto de distancia o "écart" y sentó las bases de la teoría de los espacios métricos, tuvo mucho cuidado en demostrar que no se trataba de una generalización artificial. Logró esto proporcionando dos ejemplos simples pero significativos (que fueron importantes en el análisis). Estos ejemplos son el espacio de funciones holomorfas dentro de un dominio y el espacio de curvas de Jordan continuas:

- El primer concepto se refiere a un tipo específico de funciones complejas, denominadas f , que se definen en una región plana fija llamada A . Estas funciones son holomorfas en A , lo que significa que son analíticas y tienen derivadas complejas en cada punto de A .
- El segundo ejemplo se refiere a una clase de curvas continuas en \mathbb{R}^3 . A diferencia del primer ejemplo, estas curvas no se definen estrictamente como tripletes de funciones reales continuas en un intervalo cerrado finito de reales. En cambio, se definen como un conjunto de puntos ordenados linealmente en \mathbb{R}^3 , resultantes de la representación paramétrica de la curva en diferentes modalidades.

Fréchet introduce el concepto de distancia entre dos curvas continuas C_1 y C_2 . Establece una correspondencia biunívoca y bicontinua entre los respectivos puntos de las curvas, determinando una distancia superior. La distancia se define entonces como el límite inferior de esta distancia superior. En su Tesis, Fréchet resume sus ideas sobre la generalización y demostración de nociones generalizadas, que desarrollará en otras publicaciones. Menciona que la segunda parte de su Tesis pretende aplicar los resultados generales de la primera parte a clases de determinada naturaleza. Sin embargo, reconoce la dificultad de elegir estos ejemplos, ya que deben cumplir las condiciones generales necesarias para la validez de los teoremas de la primera parte. Fréchet llama la atención sobre las modalidades específicas de la definición de la métrica en los espacios de curvas y funciones holomorfas, que le permitieron superar esta dificultad.

Estos elementos son la base de la referencia que hace Fréchet a los dos ejemplos de espacios métricos en su manuscrito. Vale la pena señalar que Fréchet había expresado previamente su reacción a las notas históricas en “Eléments de Mathématique” de Bourbaki, en particular con respecto a la apreciación de su trabajo y la concepción de la historia de las matemáticas. Según Fréchet, no se aclara ni menciona suficientemente que la mayoría de las nociones matemáticas han sido inventadas para resolver problemas específicos planteados por otras ciencias o técnicas.

La controversia tuvo lugar antes de la aparición de los “Elements d'histoire des mathématiques”. Es probable que Fréchet haya enviado una comunicación a Dieudonné expresando sus opiniones, a lo que Dieudonné respondió el 23 de septiembre de 1950. Dieudonné resume la postura de Bourbaki sobre la obra de Fréchet con dos preguntas. En un trabajo separado, hemos discutido los puntos de vista de Dieudonné Bourbaki sobre los espacios abstractos de Fréchet con la topología de convergencia de secuencias, conocida como las clases (L). Dieudonné enfatiza la idea de que el enfoque de Bourbaki a las teorías matemáticas es esencialmente pragmático. Creen que el interés de una teoría está determinado por su variedad y alcance de aplicaciones en otras áreas de las matemáticas. El nivel de generalidad de una teoría es de poca importancia en comparación con su adaptabilidad a diferentes aplicaciones.

Independientemente de la perspectiva de Dieudonné-Bourbaki sobre el papel de Fréchet en el desarrollo de la topología general y el análisis funcional, es crucial destacar que esta opinión, con sus cambios y sutilezas posteriores, tiene sus raíces en la creencia de Fréchet en la practicidad de una teoría como factor determinante para su aceptación. Por supuesto, esta interpretación supone que nuestra comprensión de las ideas de Fréchet es precisa.

En la actualidad, se está en una posición más ventajosa para definir una de las funciones más fascinantes que Fréchet asigna al proceso de desaxiomatización en su filosofía de las matemáticas. Para ello, hagamos un breve resumen de la descripción que hace Fréchet del método axiomático. Esto involucra dos pasos principales:

- Crear conceptos matemáticos basados en objetos empíricos; o, como dice Fréchet, deducir las definiciones de las ideas introducidas a través de la experiencia utilizando procedimientos lógicos; y
- otro paso que puede verse como la formulación y prueba de proposiciones que afirman propiedades de estos objetos a través de supuestos apropiados y modos específicos de razonamiento (observación). Según Fréchet, este segundo paso consiste en "intentar demostrar lógicamente las leyes de la observación a partir de hipótesis adecuadas". Por lo tanto, la desaxiomatización implica comprometerse con campos científicos que han alcanzado un alto nivel de axiomatización y realizar un proceso inverso al que hace la mente cuando forma conceptos matemáticos a partir de objetos empíricos (no elementales).

Él cree que los científicos tienen la responsabilidad de contribuir al avance de la ciencia, pero que también deben examinar el progreso realizado y evaluar el impacto de los esfuerzos individuales. Esto es particularmente importante para prevenir los efectos negativos de la tradición y las tendencias. Si bien esta perspectiva se aplica a menudo en el campo de las matemáticas, aún no se considera una doctrina formal. En su conferencia de 1925, Fréchet aprovechó la oportunidad para desarrollar sus ideas sobre la desaxiomatización, brindando algunos ejemplos básicos como la definición de la longitud de un círculo, la definición geométrica de una tangente a una curva y la definición de la diferencial de una función de variable real.

Centrémonos en el ejemplo de la definición de la longitud de un círculo. Intentaremos comprender el pensamiento de Fréchet sobre los procesos de razonamiento que llevarían a alguien a establecer la definición a partir de su comprensión de la realidad circundante. Aunque Fréchet no lo menciona explícitamente en su conferencia, distingue entre las matemáticas como marco teórico o conjunto de proposiciones, y las matemáticas como actividad cognitiva humana que sigue modalidades y procedimientos lógicos específicos. Sugiere que los individuos se enfrentan a un mundo de objetos tangibles, que perciben y forman representaciones mentales en función de sus características espaciales y temporales. Es a través de su experiencia con estos objetos que las personas encuentran el problema práctico de determinar la longitud de una placa de hierro necesaria para asegurar una rueda de carruaje. Este proceso implica la utilización de varios conceptos y principios.

Al tratar de comprender la perspectiva de Fréchet sobre la relación sujeto-objeto y su conexión con el razonamiento, encontramos una falta de interpretación filosófica en sus publicaciones. Vale la pena examinar de cerca esta ausencia. Imaginemos, contra toda evidencia, que Fréchet sí proporciona una representación de esta circunferencia del objeto desconocido en términos de las tesis kantianas sobre la percepción objetiva. Sin embargo, este conocimiento básico, como la longitud de un plato que se ajusta alrededor de una rueda, solo puede ser posible como el primer paso en una serie de actos subjetivos de constitución.

Más adelante quedará claro que Fréchet nunca estaría de acuerdo con una interpretación como esta. En realidad, Fréchet cree que esta noción es "impuesta" al sujeto por la experiencia. Esta experiencia, difícil de definir y anterior a toda conceptualización, tiene también la capacidad intrínseca de proyectar esta noción experimental sobre el sujeto. Hasta ahora, hemos identificado dos aspectos clave de la comprensión de la experiencia de Fréchet. Sin embargo, la explicación filosófica también está ausente cuando se trata del segundo paso del método axiomático. Este paso implica el acto del sujeto que conduce a la "definición lógica", que se encuentra comúnmente en los libros de geometría. Esta definición establece que la longitud de la circunferencia es el límite de la longitud total de un polígono regular convexo inscrito en la circunferencia, cuando la longitud de los lados del polígono tiende a cero.

A diferencia de la definición física o experimental, la definición geométrica o lógica es una combinación lógica de nociones anteriores. Fréchet, naturalmente, no piensa en esta combinación en términos de juicios que conectan conceptos de objetos, propiedades y relaciones. Tampoco considera los diversos actos de exhibición de estos objetos y clases de objetos, y las conexiones entre ellos. Si lo hubiera hecho, habría necesitado pensar en los criterios que el sujeto cognoscitivo debe activar en su conciencia para identificar objetos individuales y producir la definición de longitud a través del razonamiento.

Para ello habría sido necesario tener en cuenta la intervención de la intuición pura, que asegura la unidad de la conciencia objetiva en síntesis. Fréchet elude una vez más el problema del a priori apoyándose en su idea de experiencia como instancia fundante. Según Fréchet, el único objetivo de la definición geométrica es permitir la predicción de la evaluación física de la longitud. Esto se debe a que no tiene una garantía lógica de que el número derivado de la definición geométrica se alinee con el número que representa la definición física. El acuerdo entre ambos es meramente probable.

En el entendimiento hay una serie de observaciones experimentales que han sido almacenadas inconscientemente. El geómetra ya había descubierto que cuando usaba una cuerda sobre ruedas ligeramente irregulares con el mismo diámetro, encontraría más o menos la misma longitud. Este hallazgo apunta a la concepción de experiencia de Fréchet, que sugiere que es la única garantía irrefutable de la validez de las proposiciones matemáticas. Según Fréchet, es necesario volver a la experiencia para examinar la correspondencia entre la definición lógica (geométrica) y la definición experimental. Esto implica la categoría de desaxiomatización, que desempeña un papel en la verificación directa o indirecta de la consecuencia matemática de una hipótesis física.

La verificación es particularmente importante en la educación, ya que ayuda a los estudiantes a comprender que nuestro conocimiento científico solo proporciona una comprensión aproximada de la realidad y que una teoría deductiva por sí sola no puede explicar completamente el mundo físico. En resumen, Fréchet cree que las matemáticas están determinadas por la experiencia de dos maneras. Los objetos matemáticos, ya sean diferenciales abstractos o integrales, tienen un valor intrínseco dentro de una teoría axiomático-deductiva, pero también están "determinados por la experiencia" a través de su construcción mediante síntesis inductiva y mediante verificación experimental en aplicaciones teóricas y prácticas. Existe una correspondencia entre estas dos operaciones, y se necesita una herramienta específica para descifrar esta relación. Esta herramienta puede verse como un "vocabulario" que traduce la teoría en experiencias, estableciendo una conexión entre nociones abstractas y realidades concretas. El desciframiento de este vocabulario se hace evidente en el proceso de síntesis inductiva, cuando buscamos comprender las razones para adoptar un sistema de axiomas y las condiciones que hacen plausible la teoría.

Fréchet tomó prestada la frase "vocabulario para la traducción de teorías en experiencias" del probabilista William Feller, quien creía que en el estudio de la relación entre las matemáticas y la experiencia, era importante distinguir entre dos problemas. El primer problema es que la teoría matemática puramente formal tiene como objetivo crear una representación de los fenómenos externos que sea lo más similar posible.

El segundo problema es desarrollar un vocabulario que permita traducir las teorías en experiencias y aplicarlas de manera práctica. En un comentario, Fréchet explica cómo adopta esta noción de vocabulario y la distingue de otras concepciones populares de la época. Aclara que Feller no pretende que este vocabulario sea fijo e invariable. En cambio, es una correspondencia entre realidades concretas y conceptos abstractos que evolucionan con teorías científicas. El vocabulario de Feller es específico de una teoría en particular y no puede verse como una correspondencia permanente.

Sin embargo, es a través del examen de la teoría del diferencial abstracto de Fréchet que se hace evidente su comprensión de la dialéctica síntesis-axiomatización-formalización-desaxiomatización. Esta teoría, que introdujo en 1925, se considera una de sus contribuciones más originales al campo del análisis. En su conferencia, Fréchet reconoce los desafíos que se han encontrado en la definición original del diferencial, que se remonta a la época de Newton y Leibniz.

Con el tiempo, se han propuesto varios enfoques axiomáticos para superar estas dificultades. Fréchet menciona específicamente un enfoque que es relevante para su propia definición. El problema surge al representar el diferencial como la parte principal del incremento, ya que se vuelve problemático cuando la primera derivada es cero. Para abordar este problema, Fréchet redefine el diferencial como el producto de la derivada y el aumento de la variable. Sin embargo, esta definición revisada sacrifica la naturaleza intuitiva de la definición original en favor del rigor conceptual.

Fréchet explica que la intervención de procedimientos axiomáticos elimina cualquier interpretación imaginativa y se basa únicamente en la noción de derivada, que es más difícil de comprender. Sin embargo, cree que las ventajas de la primera definición se pueden recuperar caracterizando el diferencial de una función como la función más simple del incremento de la función. Este criterio es precisamente el que emplea Fréchet para determinar la propiedad característica del diferencial en los espacios abstractos. Asimismo destaca en diversas publicaciones que su intención desde un principio, a partir de 1911-1912 y 1914, fue generalizar el principio que dio origen a la noción de diferencial en el cálculo infinitesimal. Según este principio, la diferencial dF es la función más simple en relación con la variación Δx de la variable y la más cercana a la variación ΔF de la función.

Fréchet puso gran énfasis en la importancia epistemológica de verificar la teoría diferencial abstracta, como lo demuestra su publicación hacia el final de su vida donde compara diferentes

definiciones de este concepto matemático. En relación con este tema, es importante señalar las siguientes ideas en la comprensión de Fréchet de las diversas verificaciones:

- el proceso de Fréchet de introducir el diferencial abstracto difería del enfoque típico de pasar de los casos específicos a lo general;
- el método de verificación que empleó, que implicaba volver del caso general de los espacios abstractos al caso específico del plano, jugó un papel crucial para establecer la definición del diferencial;
- Fréchet también utilizó otro método de verificación al aplicar las propiedades del diferencial de un funcional a una transformación definida dentro de una clase de espacios abstractos, en particular los espacios de Banach, que resultó ser muy útil y productivo; y
- finalmente, las sucesivas esquematizaciones que condujeron al diferencial de Fréchet representaron un modo distintivo de generalización para este nuevo concepto matemático.

Estas esquematizaciones no deben verse simplemente como una serie de pasos que conducen a la creación del objeto, sino más bien como una generalización de la clase de objetos (diferencial clásico) a partir de la cual se originó el proceso de esquematización. Estas ideas son parte de la concepción de Fréchet, como se expresa en la siguiente cita: "Llegamos a una definición equivalente y similar (pertenecientes a la clase Stolz, Pierpont, Young, Fréchet) por un enfoque completamente diferente, pero en una forma más adecuada para la generalización de funciones abstractas.

A diferencia del proceso habitual de pasar de lo específico a lo general, derivamos esta definición volviendo del caso general de los espacios abstractos al caso específico del plano. Inicialmente, confiamos en el definiciones convencionales de esa época, pero nuestro enfoque estaba en funciones abstractas. Al definir primero el diferencial de un funcional y luego transformar un espacio abstracto en otro espacio abstracto, pudimos demostrar, en el caso de una relación entre dos espacios de Banach, que esta diferencial conservaba las principales propiedades de la diferencial de una función numérica con una variable numérica, sin embargo, fue en este punto, cuando nuestro objetivo principal era el estudio de los espacios abstractos, que nos cuestionamos si esta definición realmente constituía una generalización completa del diferencial clásico. Nos dimos cuenta de que no era así y posteriormente obtuvimos una definición más precisa..." [Fréchet se refiere a la expresión de él].

Capítulo 3

Matemáticas y habilidades cognitivas

El desarrollo del pensamiento lógico matemático

Pensar es un proceso intrincado que involucra la creación de representaciones mentales para finalmente tomar acción. Este proceso requiere de diversas operaciones mentales, entre las que se encuentran la identificación, el ordenamiento, el análisis, la síntesis, la comparación, la abstracción, la generalización, la codificación, la decodificación y la clasificación, entre otras. Estas operaciones son las que nos permiten desarrollar habilidades de pensamiento lógico matemático, que son cruciales para comprender y utilizar el contenido de nuestras materias.

Es importante tanto para los educadores como para los estudiantes comprender y mejorar estas habilidades de pensamiento a lo largo del proceso de enseñanza y aprendizaje. El conocimiento se adquiere a través de la selección de información relevante y el rechazo de información irrelevante, así como a través de la organización y centralización de pensamientos, aunque no siempre seamos conscientes de estos principios subyacentes.

La cognición se refiere a las operaciones mentales involucradas en el procesamiento de la información recibida, que ocurre en entornos académicos a través de varios canales, como la comunicación verbal o escrita. Este proceso cognitivo implica atención, codificación y recuperación, lo que lleva a un resultado final. La metacognición está estrechamente asociada con la cognición y abarca las actividades, operaciones y funciones cognitivas que los individuos utilizan para adquirir, producir y evaluar información. También permite la autoconciencia, el control y la regulación del propio conocimiento.

Las Teorías de Piaget y de Vygotsky para el desarrollo cognitivo

El desarrollo cognitivo se refiere a la serie de cambios que tienen lugar en los procesos de pensamiento y habilidades de un individuo, particularmente durante sus años de desarrollo, lo que conduce a un aumento en el conocimiento y las habilidades relacionadas con la percepción, el pensamiento, la comprensión y el autocontrol. Uno puede observar estas transformaciones en el mundo real. Hay varias teorías que tienen como objetivo explicar el desarrollo cognitivo, pero a los efectos de esta discusión, nos centraremos en dos importantes: las teorías de Piaget y las teorías de Vygotsky. La teoría de Piaget proporciona información sobre cómo los niños interpretan y dan sentido al mundo a medida que crecen. Por otro lado, la teoría de Vygotsky nos ayuda a comprender los factores sociales que influyen en el desarrollo de las capacidades intelectuales de un niño.

Piaget

Piaget tuvo un profundo impacto en nuestra comprensión del desarrollo infantil. Antes de su teoría, los niños eran comúnmente vistos como seres pasivos, moldeados únicamente por su entorno. Sin embargo, Piaget desafió esta noción al enseñarnos que los niños son en realidad como "pequeños científicos" que intentan activamente dar sentido al mundo que los rodea. Poseen su propia lógica y formas de comprensión únicas, que siguen patrones consistentes a medida que crecen e interactúan con su entorno. Esta interacción recíproca entre sus representaciones mentales y el mundo influye en su desarrollo.

Piaget fue una figura influyente en el campo de la psicología constructivista, ya que creía que los niños construyen activamente el conocimiento sobre su entorno basándose en lo que ya saben e interpretando nueva información. En lugar de centrarse en el conocimiento específico que adquieren los niños, Piaget estaba más interesado en cómo piensan y resuelven los problemas. Él creía firmemente que el desarrollo cognitivo implica cambios en la capacidad de un niño para razonar y dar sentido a su entorno.

Aunque las etapas generalmente se asocian con rangos de edad específicos, la duración de cada etapa puede variar mucho. Esta variación está influenciada por diferencias individuales y factores culturales. Según Piaget, el desarrollo cognitivo implica algo más que adquirir nuevos hechos y habilidades. Implica profundas transformaciones en la forma de organizar y comprender el conocimiento. Una vez que un niño avanza a una nueva etapa, no vuelve a una forma anterior de razonamiento o funcionamiento.

Él argumentó que el desarrollo cognitivo sigue una secuencia fija, lo que significa que todos los niños pasan por las cuatro etapas en el mismo orden. No es posible saltarse ninguna de estas etapas. Piaget, un conocido teórico en el campo del desarrollo cognitivo, desarrolló un marco que divide este proceso en cuatro etapas distintas: la etapa sensoriomotora, la etapa preoperacional, la etapa de operaciones concretas y la etapa de operaciones formales. Cada una de estas etapas representa un cambio hacia una forma de conocimiento más compleja y abstracta. En la teoría de Piaget, se cree que la forma en que los niños piensan en cada etapa es fundamentalmente diferente de la forma en que piensan en las demás.

Según Piaget, los individuos de todas las edades, incluidos los niños, tienen una tendencia natural a organizar su comprensión del mundo a través de lo que él llamó esquemas. Los esquemas pueden ser acciones físicas, procesos mentales, conceptos o teorías que nos ayudan a dar sentido y recopilar información sobre nuestro entorno. En las primeras etapas de desarrollo, los niños pequeños dependen principalmente de sus acciones físicas para navegar y comprender su entorno.

Sin embargo, a medida que crecen, comienzan a participar en operaciones mentales y utilizan sistemas simbólicos como el lenguaje. Esta progresión en las habilidades cognitivas les permite emplear esquemas más intrincados y abstractos, lo que mejora aún más su capacidad para organizar y comprender el conocimiento. Es importante señalar que el desarrollo cognitivo no

implica únicamente la construcción de nuevos esquemas; implica también la reorganización y diferenciación de los existentes.

Piaget identifica dos principios fundamentales, denominados funciones invariables, que juegan un papel crucial en la configuración del desarrollo cognitivo de los niños. El primer principio es la organización, que Piaget sugiere que es una inclinación inherente que se encuentra en todas las especies. A medida que el niño crece y se desarrolla, incorpora gradualmente patrones físicos básicos o esquemas mentales en sistemas más intrincados y sofisticados. El segundo principio es la adaptación, que Piaget afirma que es una característica universal en todos los organismos vivos. Para él, los organismos poseen una capacidad inherente para modificar sus marcos mentales o comportamientos para responder y adaptarse de manera efectiva a las diversas demandas impuestas por el entorno que los rodea.

En consecuencia, Piaget introdujo los conceptos de asimilación y acomodación para describir cómo los niños se adaptan a su entorno:

- La asimilación implica encajar nueva información en marcos o esquemas mentales existentes. Por ejemplo, un niño pequeño podría etiquetar erróneamente a un burro como un "caballo de orejas grandes". Este proceso activo de asimilación a menudo requiere modificar o transformar nueva información para incorporarla a la base de conocimiento existente. Cuando la nueva información es compatible con lo que ya se conoce, se logra un estado de equilibrio y todas las piezas de información encajan perfectamente. Sin embargo, si la nueva información no se alinea con el conocimiento existente, se hace necesario ajustar la forma de pensar o tomar medidas para adaptarse. Este proceso de dar forma activamente a la nueva información para que se ajuste a los esquemas existentes es la asimilación.
- Por otro lado, la acomodación implica modificar los marcos mentales existentes para acomodar nueva información que contradice levemente los esquemas existentes. Si la nueva información contradice demasiado el conocimiento existente, puede que no sea posible acomodarlo porque el niño carece de las estructuras mentales necesarias para interpretarlo. La acomodación es el proceso de alterar esquemas existentes para incorporar información nueva y discrepante.

Según Piaget, la asimilación y la acomodación son procesos estrechamente interrelacionados que explican cómo evoluciona el conocimiento a lo largo de la vida de una persona.

Si consideramos el desarrollo cognitivo como el proceso de alteración de la estructura o esquemas cognitivos de un niño, es importante entender las razones detrás de estos cambios. Piaget, un renombrado teórico interactivo, cree que el desarrollo está influenciado por una combinación de habilidades innatas y factores ambientales, lo que lo convierte en un proceso

multifacético. Piaget identifica cuatro factores clave que juegan un papel importante en el desarrollo cognitivo:

- El desarrollo y crecimiento de las características físicas que se transmiten de generación en generación.
- Experiencias físicas con el medio ambiente.
- El proceso de compartir y difundir información y conocimiento entre los individuos de la sociedad a través de las interacciones sociales y la comunicación. Esto incluye el intercambio de ideas, experiencias, creencias y prácticas culturales entre las personas, contribuyendo al aprendizaje y comprensión colectivos de diversos temas. A través de la transmisión social, las personas tienen la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos, ampliar sus perspectivas y adaptarse a los cambios sociales. Facilita el desarrollo y la evolución de las culturas, así como la acumulación de sabiduría y experiencia a lo largo del tiempo. Al participar en conversaciones, contar historias, enseñar y otras formas de interacción social, las personas no solo transmiten información, sino que también moldean e influyen en las creencias, valores y comportamientos de los demás. La transmisión social de información y conocimiento es, por tanto, un mecanismo esencial para el continuo crecimiento y desarrollo de las sociedades.
- El equilibrio

El concepto de equilibrio en la teoría de Piaget se refiere a la inclinación natural de los humanos a mantener el equilibrio en sus estructuras cognitivas utilizando los procesos de asimilación y acomodación. Por lo tanto postuló que cuando experimentamos un estado de desequilibrio, es intrínsecamente insatisfactorio, lo que nos lleva a realizar ajustes en nuestro marco cognitivo para recuperar el equilibrio. Al hacerlo, aseguramos la organización y estabilidad de nuestro entorno. Además, el proceso de equilibrio nos permite lograr una mayor comprensión y relación armónica con nuestro entorno.

Etapas del desarrollo

La teoría de Piaget postula que el conocimiento se desarrolla a través de una serie de etapas, y cada etapa representa un cambio distinto y significativo en el pensamiento. Estas etapas siguen un orden fijo, aunque los individuos pueden progresar a través de ellas a ritmos diferentes y no todas las personas llegan a las etapas finales. Cada etapa tiene una estructura específica y Piaget creía que el pensamiento de los niños experimenta cambios repentinos y rápidos durante estas etapas, lo que da como resultado la aparición de nuevas estructuras cognitivas.

Estas estructuras cognitivas explican por qué las tareas que un niño es capaz de resolver tienen un nivel de complejidad similar. Asimismo, las etapas son jerárquicamente inclusivas, lo

que significa que las estructuras de una etapa inferior se integran en la etapa siguiente. Por ejemplo, el progreso realizado durante la etapa sensoriomotora se mantiene y se desarrolla en la etapa de operaciones concretas. Finalmente, la transición entre etapas es gradual, cada etapa tiene una fase de preparación y una fase en la que los logros de esa etapa se realizan y desarrollan por completo.

Estadio sensoriomotor

En el estadio sensoriomotor el bebé se relaciona con el mundo a través de los sentidos y de la acción, pero, al término de esta etapa será capaz de representar la realidad mentalmente. El período sensoriomotor da lugar a algunos hitos en el desarrollo intelectual. Los niños desarrollan la conducta intencional o dirigida hacia metas (golpear un sonajero para que suene). También, los niños llegarán a comprender que los objetos tienen una existencia permanente que es independiente de su percepción (permanencia de objeto). Además, existen unas actividades que en este período experimentarán un notable desarrollo: la imitación y el juego.

Piaget denominó reacción circular al mecanismo de aprendizaje más temprano. Consiste en una nueva experiencia que es el resultado de la propia acción del sujeto. La reacción es circular porque, debido a los efectos “interesantes”, el niño intenta repetir este evento una y otra vez. Hay tres tipos de reacciones circulares que van apareciendo de forma progresiva: las primarias que están centradas alrededor del cuerpo del niño (p.ej., sacar repetidamente la lengua); las secundarias dirigidas hacia la manipulación de objetos (p.ej. golpear un objeto); y las terciarias, que tienen que ver con la exploración de efectos novedosos en el mundo que le rodea (p.ej...,golpear un objeto de formas distintas).

Piaget analiza el concepto de estructuras de acción y se refiere a ellas como esquemas, que abarcan varias acciones habituales como mirar, agarrar y golpear. Inicialmente, los esquemas de un niño consisten en reflejos innatos, que significan una cierta pasividad ya que el organismo permanece inactivo hasta que es estimulado. Sin embargo, estos reflejos se transforman gradualmente en actividades que el niño inicia de forma independiente. Por ejemplo, incluso en los recién nacidos podemos observar movimientos de la boca que corresponden al reflejo de succión, incluso cuando no tienen nada en la boca. Parece que realizan estos movimientos simplemente por el placer de hacerlo. Según Piaget, una vez que se desarrolla un esquema de acción, existe el deseo de utilizarlo. Si bien la asimilación es la principal actividad observada durante esta etapa, también hay indicios de las primeras etapas de acomodación. Por ejemplo, los bebés deben aprender a ajustar los movimientos de la cabeza y los labios para ubicar el pezón y alimentarse. Estos ajustes, denominados adaptaciones, también demuestran las etapas iniciales de organización a medida que la secuencia de movimientos se vuelve más estructurada, lo que conduce a una alimentación más rápida y eficiente.

Una reacción circular ocurre cuando el bebé intenta replicar una ocurrencia fortuita. Un buen ejemplo es el comportamiento de chuparse el dedo. Mientras realiza una actividad

espontánea, el bebé puede accidentalmente llevarse la mano a la boca, desencadenando el reflejo de succión y llevándolo a chuparse el dedo. Dado que estos movimientos aún no están bajo el control del bebé, es posible que se quite la mano de la cara y la boca, pero intentará repetir la experiencia. Incluso si inicialmente falla, ya que el bebé no puede ajustar su mano para adaptarse a la acción de succión, llega un punto en el que se repite la combinación necesaria de movimientos. Esta repetición lleva al desarrollo de un nuevo patrón de acción que le permite al bebé volverse hábil en chuparse el dedo. Similar a chuparse el dedo, la mayoría de las reacciones circulares primarias implican la organización de dos patrones de movimiento corporal previos. Estas reacciones circulares ejemplifican el concepto de desarrollo intelectual de Piaget como la construcción del conocimiento. El bebé combina activamente diferentes movimientos y patrones para crear un patrón de acción más complejo.

Durante una segunda subetapa, los desarrollos característicos se denominan reacciones circulares "primarias" debido al hecho de que involucran la coordinación de movimientos dentro del propio cuerpo del bebé. Por otro lado, las reacciones circulares "secundarias" ocurren cuando el bebé descubre y replica un efecto interesante que tiene lugar fuera de sí mismo, dentro de su entorno. Por ejemplo, mientras realiza una actividad, el bebé puede darse cuenta de que al sacudirse o hacer un movimiento brusco, los juguetes que cuelgan de su cuna se mueven y hacen ruido. Al observar este efecto, el bebé puede detenerse un momento, observándolo detenidamente. Posteriormente, intentarán recrear la experiencia e incluso pueden expresar alegría cuando lo logran. El bebé parece disfrutar de su propia capacidad para ejercer el poder y crear sucesos repetidos.

En la tercera subetapa, el bebé realiza acciones básicas para lograr un resultado deseado, como sacudir objetos para que se muevan. A medida que el niño avanza a la cuarta subetapa, sus acciones se vuelven más diversas y aprende a combinar dos esquemas de acción para lograr un resultado específico. Esto se vuelve particularmente evidente cuando el niño encuentra obstáculos. Por ejemplo, si un juguete que le interesa al niño se coloca detrás de una caja, combinará la acción de quitar la caja con la acción de recoger el juguete. En este escenario, uno de los esquemas de acción (retirar la caja) se convierte en un medio para lograr el objetivo final de obtener el juguete. Este logro aparentemente simple tiene implicaciones significativas. En primer lugar, demuestra la intencionalidad del niño a través de su comportamiento orientado a objetivos, que se insinuó en la subetapa anterior. En segundo lugar, significa el desarrollo temprano de conceptos relacionados con el tiempo y el espacio, ya que el niño primero debe quitar la caja antes de poder levantar el juguete y comprender la relación espacial entre los objetos.

En la subetapa 3, los niños se involucran en una acción simple para lograr el resultado deseado. A medida que avanzan a la subetapa 4, comienzan a realizar dos acciones separadas para lograr un resultado. Sin embargo, en la subetapa 5, que forma parte de las reacciones circulares terciarias, comienzan a explorar y experimentar con varias acciones para observar diferentes

resultados. Por ejemplo, un niño puede golpear una mesa de juego y notar que los objetos vibran o se caen. Luego pueden repetir esta acción varias veces, variando la intensidad o la fuerza, y observar los diferentes efectos que tiene. Otro ejemplo podría ser un niño que observa el agua que sale de un grifo y mete la mano en el chorro, lo que hace que el agua salpique. Luego pueden comenzar a experimentar colocando repetidamente su mano a diferentes distancias del grifo y observando cómo el agua salpica con diferentes niveles de fuerza. Es importante resaltar que con este tipo de acciones, el niño se involucra activamente en “estudiar” y aprender sobre las diferentes consecuencias o resultados de sus acciones en el medio ambiente. Este proceso les permite obtener conocimiento y comprensión de causa y efecto.

Durante la subetapa 5, los niños asumen el papel de pequeños científicos y participan en diversas acciones para observar los resultados. Sin embargo, sus descubrimientos se basan únicamente en su manipulación directa de objetos. A medida que ingresan a la subetapa 6, los niños comienzan a pensar de manera más crítica antes de actuar. Por ejemplo, cuando se enfrentan al desafío de recuperar una cuenta de una caja parcialmente abierta sin que pase por la abertura, pueden intentar diferentes enfoques, como insertar un dedo o girar la caja con la esperanza de que la cuenta se caiga. Si estos métodos no tienen éxito, es probable que el niño se detenga y contemple la situación, examinando cuidadosamente la apertura de la caja. Incluso pueden realizar ciertos movimientos, como abrir y cerrar repetidamente la mano o la boca antes de decidir finalmente abrir la caja y recuperar la canica. Si bien la prueba y el error pueden eventualmente conducir a lograr el resultado deseado, el niño descubre una solución más rápida y eficiente al tomarse un momento para "reflexionar" sobre la situación. En esta etapa, se puede suponer que dado que el niño aún no ha desarrollado la capacidad de usar el lenguaje para simbolizar o representar las acciones necesarias, se basa en movimientos motores (como abrir y cerrar las manos o la boca) para representar mentalmente las acciones. actuarán posteriormente.

Piaget se refiere a otra instancia que ejemplifica las primeras etapas de los procesos cognitivos y la capacidad de imitar ciertas acciones como "imitaciones diferidas". Durante esta etapa, se observa con frecuencia que los niños realizan una acción que han observado previamente, pero lo hacen después de un tiempo significativo, a veces incluso horas o días. Esta capacidad de imitar acciones en un momento posterior solo se puede lograr si el niño conserva una representación mental del comportamiento observado, a pesar de carecer de las habilidades lingüísticas para articular las acciones en palabras. En consecuencia, se puede inferir que el niño probablemente emplea una forma de representación motora, que sirve como base para el pensamiento cognitivo.

Las habilidades básicas adquiridas

En el período sensoriomotor, que se da desde el nacimiento hasta alrededor de los dos años, el niño atraviesa una importante etapa evolutiva en la que adquiere y desarrolla dos habilidades fundamentales: la conducta orientada a objetivos y la permanencia del objeto.

El período sensoriomotor está marcado por una característica distintiva, que es el cambio visible del comportamiento reflexivo a las acciones impulsadas por objetivos específicos en los bebés. Cuando nacen, su comportamiento está controlado principalmente por reflejos. Poseen las habilidades innatas para succionar, agarrar, llorar y mover sus cuerpos, lo que les permite asimilar experiencias físicas. Por ejemplo, aprenden a diferenciar entre objetos que son duros o blandos chupándolos. A medida que avanzan en sus primeros meses de vida, incorporan nuevos comportamientos a estos esquemas reflexivos. Sin embargo, no todas las acciones entran en esta categoría, como chuparse el dedo, que es un comportamiento aleatorio con el que tropiezan y acaban repitiendo porque les proporciona una sensación placentera. Comienzan este comportamiento con un objeto específico en mente, y Piaget se refiere a estas acciones intencionales con un propósito como reacciones circulares. Hacia el final de su primer año, los bebés comienzan a anticipar eventos y combinan efectivamente sus comportamientos ya aprendidos para lograr los resultados deseados. Durante esta fase, ya no repiten eventos accidentales, sino que inician y eligen una secuencia de acciones para alcanzar con éxito un objetivo en particular.

Durante la etapa sensoriomotora, a medida que se desarrollan las habilidades cognitivas del niño, comienza a explorar enfoques alternativos cuando sus formas existentes de resolver problemas (como mirar, alcanzar y agarrar) fallan. Por ejemplo, si un juguete está fuera de su alcance debajo de un sofá, pueden intentar acercarlo con un objeto largo o arrastrarse hasta la parte posterior de los muebles. En lugar de persistir con sus estrategias actuales, el niño ahora puede idear mentalmente nuevas soluciones para superar los desafíos. Piaget afirma que la capacidad de inventar métodos novedosos para la resolución de problemas marca las primeras etapas de la inteligencia genuina. Aunque los niños continúan confiando en el ensayo y error para resolver problemas durante varios años más, parte de su experimentación ocurre internamente a través de representaciones mentales de secuencias de acción y resultados deseados.

En el período sensoriomotor, otro hito importante que se alcanza es el desarrollo de la permanencia del objeto, que se refiere a la comprensión de que los objetos continúan existiendo incluso cuando ya no están a nuestro alcance visual o físico. A diferencia de los adultos que son conscientes de que un objeto oculto todavía existe a pesar de estar fuera de la vista, los bebés exhiben un comportamiento diferente cuando los objetos no son visibles. Tienden a actuar como si los objetos hubieran desaparecido por completo.

El concepto de permanencia del objeto en los niños se puede estudiar a través de varios métodos. Uno de estos métodos consiste en ocultar el juguete favorito del niño debajo de una almohada o una sábana mientras el niño mira. En las primeras etapas de desarrollo (1 a 4 meses),

los niños pequeños seguirán el objeto con la mirada hasta que desaparezca, pero no son conscientes de su existencia una vez que ya no es visible. Según Piaget, los objetos no tienen realidad ni existencia para el niño a esta edad a menos que sean percibidos directamente. El niño solo puede entender los objetos a través de sus acciones reflejas, por lo que si no puede chupar, tocar o ver el objeto, no existe para él. Sin embargo, alrededor de los 4 a 8 meses, el niño comienza a mostrar un atisbo de permanencia del objeto. Buscarán un objeto si es parcialmente visible, pero aún requieren alguna pista perceptiva para recordar que no ha desaparecido. Entre los 8 y los 12 meses, el comportamiento del niño indica que entiende que el objeto sigue existiendo aunque no sea visible. En esta etapa, el niño buscará activamente objetos ocultos utilizando varios esquemas sensoriomotores, como observar, gatear y alcanzar.

Etapa preoperacional

La etapa preoperacional se caracteriza por la capacidad de pensar en cosas, eventos o personas que no están físicamente presentes. Esta etapa generalmente ocurre entre las edades de 2 y 7 años, durante la cual los niños muestran una mayor capacidad para usar símbolos como gestos, palabras, números e imágenes para representar objetos reales en su entorno. Esta capacidad recién descubierta les permite pensar y actuar de maneras que antes estaban fuera de su alcance. Por ejemplo, ahora pueden usar palabras para transmitir sus pensamientos, contar objetos usando números, participar en juegos imaginativos y expresar su comprensión del mundo a través de obras de arte. A pesar de estos avances en la representación simbólica, el pensamiento preoperacional todavía está sujeto a ciertas limitaciones. Piaget se refirió a esta etapa como la etapa preoperacional porque los niños en edad preescolar no pueden realizar ciertas operaciones lógicas que observó en niños mayores. Antes de profundizar en estas limitaciones, es importante explorar los principales desarrollos cognitivos que tienen lugar durante esta etapa.

En la etapa preoperacional, hay otros ejemplos de pensamiento representacional. Esta etapa, a la que a menudo se hace referencia como la "edad de oro" del juego de simulación, ocurre durante los años preescolares. Los niños participan en juegos de simulación simples utilizando objetos reales, como pretender beber de una taza o comer con un objeto parecido a una cuchara. Cuando llegan a la edad de cuatro años, comienzan a inventar sus propios accesorios, crean guiones y asumen diferentes roles sociales.

El juego de simulación a menudo se inspira en eventos de la vida real, como ir al patio de recreo, visitar la tienda o hacer un viaje. Sin embargo, los niños también se sienten atraídos por los personajes de fantasía y los superhéroes. Los expertos creen que este tipo de juego no solo promueve el desarrollo del lenguaje sino que también mejora las habilidades cognitivas y sociales. Fomenta la creatividad y la imaginación. Piaget argumentó que el desarrollo del pensamiento representacional permite que los niños adquieran el lenguaje.

Los años preescolares son un período crucial para el desarrollo del lenguaje, ya que la mayoría de los niños pronuncian sus primeras palabras a la edad de dos años y construyen un vocabulario de casi 2000 palabras a la edad de cuatro años. Inicialmente, los niños usan palabras para referirse a actividades, eventos y sus deseos inmediatos. Sin embargo, durante la etapa preoperacional, comienzan a usar palabras de manera representacional. En lugar de centrarse únicamente en el momento presente o en sus necesidades inmediatas, comienzan a usar palabras para representar objetos ausentes y eventos pasados.

Piaget creía que el pensamiento representacional juega un papel crucial para facilitar el desarrollo rápido del lenguaje durante la etapa preoperacional. En otras palabras, argumentó que el pensamiento precede al desarrollo lingüístico. Durante la etapa de desarrollo preoperacional, los niños comienzan a usar símbolos para reflexionar sobre su entorno. Esta capacidad de usar palabras para referirse a objetos que no están físicamente presentes se conoce como funcionamiento semiótico o pensamiento representacional. Piaget sugirió que una de las primeras formas de pensamiento representacional es la imitación tardía, que ocurre hacia el final de la etapa sensoriomotora. Esto implica poder repetir una secuencia de acciones o sonidos horas o incluso días después de que se realizaron inicialmente.

Durante la etapa de desarrollo conocida como preoperacional, los niños comienzan a expresar su comprensión del mundo a través de la creación de pinturas e imágenes mentales. Esta capacidad de representar visualmente sus pensamientos y emociones ha llevado a los expertos a referirse al arte infantil como una forma de "lenguaje silencioso". Al examinar sus dibujos, podemos obtener información sobre sus procesos cognitivos y estados emocionales. Alrededor de los 2 y 3 años, cuando se les pregunta sobre sus obras de arte, es probable que los niños respondan con una explicación simple como "Solo estoy dibujando".

Sin embargo, a medida que se acercan a los 3 o 4 años, comienzan a combinar trazos y a crear formas más complejas como cajas, cruces y círculos. Esto marca el comienzo de la etapa representacional del dibujo. A medida que continúan desarrollándose, alrededor de los 4 o 5 años, los niños comienzan a dibujar objetos reconocibles como casas, animales, personas e incluso personajes de dibujos animados o historias que han encontrado. Estas figuras pueden representar objetos reales de su entorno o seres imaginarios de sus fantasías. La progresión en sus dibujos demuestra sus habilidades evolutivas. Además, a medida que los niños crecen, mejoran sus creaciones artísticas con detalles más complejos e incluso incorporan palabras en sus obras de arte, desarrollando así sus habilidades de escritura. Algunos niños pueden incluso escribir sus propios nombres cuando ingresan al jardín de infantes. Es interesante notar que las palabras impresas, al igual que las imágenes, también pueden servir como representaciones de objetos reales en el entorno del niño.

En transcurso de los años preescolares, los niños comienzan a usar los números como una herramienta para pensar junto con su creciente habilidad para usar palabras e imágenes como

símbolos. Piaget creía que los niños no captan completamente el concepto de números hasta la etapa operativa concreta, donde comienzan a comprender las relaciones secuenciales y jerárquicas. Sin embargo, investigaciones recientes sugieren que ciertos principios numéricos fundamentales emergen durante la etapa preoperacional.

Los estudios realizados por Rochel Gelman y sus colegas demuestran que algunos niños de 4 años pueden comprender los principios básicos de conteo, como el hecho de que se puede contar cualquier arreglo de objetos, cada elemento debe contarse solo una vez, los números se asignan en un orden consistente, el orden en que se cuentan los objetos no importa, y el último número pronunciado representa el número total de elementos en el conjunto. Los niños en edad preescolar también poseen una comprensión rudimentaria de las relaciones numéricas, como reconocer que 3 es mayor que 2. Aunque los niños en edad preescolar están comenzando a comprender algunos conceptos numéricos fundamentales, es importante señalar que a menudo cometen errores al contar, como saltarse ciertos números (p. , 1, 2, 3, 5) o no incluir todos los elementos al contar. Además, tanto los niños en edad preescolar como los de escuela primaria suelen tener dificultades para contar grandes grupos de objetos desorganizados.

En los años preescolares, los niños pequeños muestran una curiosidad natural y un deseo de comprender el mundo que los rodea. Durante este tiempo, comienzan a desarrollar teorías intuitivas sobre los fenómenos naturales. Piaget (1951) realizó entrevistas con niños pequeños para explorar sus explicaciones de varios hechos, como el origen de los árboles, el movimiento de las nubes, la aparición del Sol y la Luna y el concepto de vida. A través de su investigación, Piaget descubrió que la comprensión del mundo de los niños se caracteriza por el animismo. Esto significa que no diferencian entre seres vivos y objetos inanimados, atribuyendo estados intencionales y rasgos humanos a cosas no vivas. Por ejemplo, un niño de 3 años podría sugerir que el sol calienta porque quiere calentar a las personas o que los árboles pierden sus hojas porque quieren cambiar su apariencia. Creen que objetos como rocas, árboles, fuego, ríos, automóviles y bicicletas poseen características vivas porque exhiben movimiento. Los niños construyen estas creencias en base a sus propias experiencias y observaciones personales. El término "intuitivo" se usa a menudo para describir esta etapa de desarrollo, ya que el razonamiento de los niños se basa principalmente en experiencias inmediatas.

En los párrafos anteriores, cubrimos algunos avances significativos en el pensamiento de un niño durante el período preoperatorio. Ahora, profundicemos en algunas de las limitaciones asociadas con esta etapa. Entre las limitaciones más cruciales se encuentran el egocentrismo, la centralización y la rigidez de pensamiento. El egocentrismo se refiere a la tendencia de percibir, comprender e interpretar el mundo únicamente desde la propia perspectiva. Esta tendencia es más evidente en las conversaciones de los preescolares quienes, debido a su incapacidad para considerar el punto de vista de los demás, hacen poco esfuerzo por adaptar su discurso para satisfacer las necesidades de sus oyentes. Un buen ejemplo de esto se observa en niños de tres años

que participan en monólogos colectivos, donde los comentarios hechos por diferentes participantes no están conectados entre sí.

Sin embargo, a medida que los niños alcanzan las edades de 4 y 5 años, comienzan a mostrar la capacidad de ajustar su comunicación según la perspectiva de sus oyentes. Hasta que los niños adquieren ciertas operaciones mentales, como la reversibilidad, se inclinan a basar sus juicios en aspectos perceptivos más que en la realidad real. Por ejemplo, si un vaso parece contener más agua, el niño puede suponer que sí. Flavell y sus colegas realizaron un estudio sobre la comprensión de los niños de las apariencias y la realidad y descubrieron que la capacidad de diferenciar entre la apariencia y la realidad se adquiere típicamente entre los 3 y los 5 años.

El pensamiento es la centralización, que se refiere a la inclinación de los niños pequeños a centrar su atención únicamente en un aspecto de un estímulo mientras ignoran otras características. Este concepto de centralización ayuda a explicar los desafíos que enfrentan los niños cuando intentan tareas relacionadas con la conservación. Por ejemplo, si mostráramos a un niño de 4 años dos vasos con la misma cantidad de agua y luego vertiéramos uno en un vaso alto y delgado, y luego le preguntáramos qué vaso contiene más agua, se concentraría únicamente en el altura del agua y elige el vaso más alto, ignorando otras dimensiones como el ancho. El pensamiento de los niños pequeños tiende a ser inflexible y rígido. Sin embargo, a medida que los niños crecen, su pensamiento se vuelve menos rígido y comienzan a considerar la posibilidad de revertir las transformaciones, como vaciar el contenido de un vaso en otro. La capacidad de revertir operaciones mentalmente es una característica de la etapa posterior del desarrollo cognitivo conocida como operaciones concretas.

Etapa de las operaciones concretas

En los años de primaria, los niños comienzan a utilizar operaciones mentales y pensamiento lógico para analizar los hechos y objetos de su entorno. Por ejemplo, si le pedimos a un niño que coloque cinco palos en orden de tamaño, los comparará mentalmente y sacará conclusiones lógicas sobre la secuencia correcta sin manipular físicamente los palos. Esta capacidad de aplicar la lógica y las operaciones mentales les permite abordar los problemas de una manera más sistemática en comparación con los niños en la etapa preoperacional.

Según Piaget, hay varios avances que ocurren durante la etapa de operaciones concretas. En primer lugar, su pensamiento se vuelve menos rígido y más flexible. El niño comprende que las operaciones pueden invertirse o negarse mentalmente. Esto significa que pueden devolver un estímulo, como el agua que se vierte en un cántaro, a su estado original simplemente invirtiendo la acción. En consecuencia, su pensamiento se vuelve menos egocéntrico y más distribuido.

El niño de primaria puede concentrarse en múltiples características de un estímulo simultáneamente. En lugar de concentrarse únicamente en estados estáticos, ahora son capaces de

hacer inferencias sobre la naturaleza de las transformaciones. Por último, en esta etapa, sus juicios ya no se basan únicamente en las apariencias. Desarrollan tres tipos de operaciones mentales o esquemas para organizar e interpretar el mundo: serialización, clasificación y conservación.

La serialización se refiere a la capacidad de organizar objetos en una progresión lógica, como ordenarlos del más pequeño al más alto. Este concepto es crucial para comprender los números, el tiempo y las medidas. Los niños en edad preescolar suelen tener un concepto limitado del tiempo, donde su percepción del tiempo no es precisa. Sin embargo, los niños de primaria pueden ordenar conceptos de tiempo basados en una magnitud creciente o decreciente. Para ellos, 20 minutos es menos de 200 minutos pero más de 2 minutos.

Piaget realizó un experimento en el que pidió a los niños que dispusieran una serie de palos, similares a los que se muestran en la figura. A los 3 y 4 años, los niños pueden identificar los palos más largos y los más cortos. Parecen comprender la regla lógica del cambio progresivo, donde los objetos pueden organizarse de acuerdo con su tamaño creciente o decreciente. Sin embargo, les cuesta construir una secuencia ordenada de tres o más palos. Para lograr esto, deben realizar simultáneamente dos operaciones mentales: seleccionar el palo adecuado en función de su longitud en relación con los ya utilizados y los restantes. Los preescolares no pueden completar esta tarea debido a su enfoque en una dimensión a la vez, lo que indica que su pensamiento está centralizado. La capacidad de coordinar dos piezas de información simultáneamente se desarrolla gradualmente durante los primeros años de la escuela primaria, cuando el pensamiento de un niño se vuelve menos centrado.

Para abordar los problemas de serialización, es crucial que los niños también comprendan y apliquen el concepto de transitividad. Uno de los desafíos que enfrentan los estudiantes más jóvenes es su falta de comprensión de que los objetos en el medio de una serie pueden ser más cortos y más largos que otros. Por otro lado, los niños mayores poseen la capacidad de establecer mentalmente conexiones entre objetos y pueden deducir la relación entre dos objetos en función de su relación con un tercer objeto. Por ejemplo, si saben que el traje A es más corto que el traje B y el traje B es más corto que el traje C, pueden concluir lógicamente que el traje A debe ser más corto que el traje C. Esta deducción se hace usando la regla de transitividad ($A < B$ y $B < C$; por lo tanto, $A < C$). Según la teoría de Piaget, esta comprensión de la transitividad suele desarrollarse entre los 7 y los 11 años.

Piaget y sus colegas identificaron tres etapas de desarrollo en el dominio de la clasificación. La primera etapa, denominada "colecciones figurativas", es propia de niños menores de 5 años. En esta etapa, los niños no clasifican los objetos en función de sus similitudes, sino que los utilizan para crear dibujos. Por ejemplo, un niño puede colocar un triángulo encima de un cuadrado y llamarlo casa. La segunda etapa se conoce como "colecciones no figurativas".

Durante esta etapa, los niños agrupan objetos en función de una sola dimensión, como el color o la forma. Sin embargo, tienen limitaciones. Luchan por cambiar sus criterios de clasificación una vez que se han establecido y tienen dificultades con las clasificaciones múltiples. La clasificación es el proceso mediante el cual las personas aprenden a agrupar objetos en función de sus similitudes y establecen relaciones entre los objetos y los conjuntos a los que pertenecen. Según Piaget, hay tres tipos principales de clasificación: clasificación simple, clasificación múltiple e inclusión de clase.

La inclusión de clases implica comprender las relaciones entre clases y subclases. Por ejemplo, a los niños se les puede dar una serie de objetos y pedirles que determinen si hay más o menos elementos pertenecientes a una clase o subclase, como animales y mamíferos. En conclusión, la clasificación es un proceso cognitivo que involucra agrupar objetos en base a similitudes y comprender las relaciones entre clases y subclases. La investigación de Piaget identificó tres etapas en el desarrollo de las habilidades de clasificación, comenzando desde una etapa en la que los niños usan objetos para dibujar en lugar de clasificarlos, hasta una etapa en la que agrupan objetos en función de una sola dimensión, pero luchan con criterios cambiantes y clasificaciones múltiples.

La clasificación múltiple, por otro lado, requiere organizar objetos simultáneamente en dos dimensiones. Por ejemplo, a los niños se les puede presentar un problema de matrices y pedirles que completen una tabla de doble entrada seleccionando objetos que se ajusten a dos requisitos de clasificación, como filas y columnas. Para dominar la clasificación, se deben cumplir varios requisitos. Primero, el niño debe entender que un objeto no puede pertenecer a dos clases opuestas. En segundo lugar, deben desarrollar un criterio de clase, como la forma, y comprender que los miembros de una clase son similares de alguna manera. En tercer lugar, deben saber que una clase puede describirse enumerando todos los elementos que le pertenecen. Por último, deben comprender los diferentes niveles de una jerarquía. La clasificación simple implica agrupar objetos en función de una característica específica. Por ejemplo, a los niños se les pueden mostrar formas geométricas y pedirles que las agrupen según su color, forma o tamaño. Esta tarea requiere que el niño junte objetos similares de manera ambigua.

En esta etapa, los niños no comprenden cómo se relacionan las diferentes clases entre sí. Esto significa que cuando se le presenta un grupo de cinco perros y tres gatos, y se le pregunta cuál hay más (perros o animales), el niño suele responder diciendo que hay más perros. Sin embargo, en la tercera etapa, los niños comienzan a captar el concepto de clasificaciones múltiples y las relaciones entre clases. Esta comprensión no se desarrolla completamente hasta alrededor de los siete u ocho años. Antes de esta edad, los niños pueden saber que Madrid es la capital de España, pero no comprenden las conexiones entre estos dos conceptos. No entienden que todos los madrileños son españoles y que sólo algunos españoles son madrileños. Como resultado, los niños en esta etapa aprenden la expresión verbal sin comprender las implicaciones lógicas que conlleva.

Para evaluar la comprensión de conservación de un niño, Piaget les mostraría dos conjuntos de objetos idénticos, como filas de monedas, cantidades de arcilla o vasos de agua. Entonces, uno de los conjuntos se transformaría en apariencia, mientras que la dimensión básica que se prueba permanece sin cambios. Por ejemplo, en una tarea que prueba la conservación del número, se puede acortar o alargar una fila de monedas. Luego se le preguntará al niño si la cantidad sigue siendo la misma. Los niños en la etapa de operaciones concretas responderían que los objetos no han cambiado, a pesar de su apariencia alterada. Entienden que un objeto puede parecer diferente en tamaño, longitud o peso, pero sus características fundamentales permanecen constantes.

Piaget creía que los niños en la etapa de operaciones concretas utilizan dos operaciones mentales fundamentales para resolver tareas de conservación: la negación, la compensación y la identidad. Estas operaciones mentales se demuestran en la forma en que un niño de 8 años podría explicar por qué la cantidad de agua en dos vasos sigue siendo la misma. Podrían decir cosas como: "Puedes verterlo de nuevo y será lo mismo" (negación), "El nivel del agua sube, pero es porque el vaso es más estrecho" (compensación), o "Acabas de verterlo, nada fue añadido o quitado" (identidad). Entre los 7 y los 11 años, los niños adquieren las operaciones mentales necesarias para reflexionar sobre las transformaciones representadas en los problemas de conservación. Pueden razonar lógicamente sobre el número, la masa y el volumen sin verse influenciados por las apariencias físicas. Esto les permite distinguir entre las características constantes de los estímulos (como peso, número o volumen) y la forma en que aparece el objeto. Según la teoría de Piaget, la capacidad de comprender y razonar sobre problemas de conservación es una característica clave de la etapa de operaciones concretas.

La conservación se refiere a la comprensión de que un objeto sigue siendo el mismo, incluso si cambia su forma o apariencia física. En esta etapa, los niños ya no se basan únicamente en la apariencia de los objetos para emitir juicios. Reconocen que un objeto que ha sido transformado puede parecer que tiene más o menos cierto atributo, pero en realidad sigue siendo el mismo. En otras palabras, las apariencias pueden ser engañosas. Piaget identificó cinco dimensiones diferentes de conservación en las que los niños desarrollan conocimiento: número, líquido, sustancia (masa), longitud y volumen. Aunque estas dimensiones difieren, el concepto subyacente de conservación sigue siendo el mismo.

Etapas de las operaciones formales

Una vez que los niños alcanzan la edad de 11 o 12 años, comienzan a desarrollar una comprensión más sofisticada de la resolución de problemas, incluidas tareas como serialización, clasificación y conservación. A medida que avanzan en el período de operaciones concretas, adquieren las habilidades cognitivas necesarias para resolver varios problemas lógicos, comprender las conexiones conceptuales entre las operaciones matemáticas (p. ej., comprender que $15 + 8$ es lo mismo que $10 + 13$) y organizar y categorizar el conocimiento.

Durante la adolescencia, los procesos mentales que se establecieron en etapas anteriores se vuelven más complejos, lo que lleva al desarrollo de un sistema más avanzado de lógica y pensamiento abstracto. El cambio más significativo durante la etapa de operaciones formales es que el pensamiento pasa de centrarse en lo que es real a lo que es posible. Si bien los niños más pequeños pueden razonar lógicamente, su pensamiento se limita a personas, lugares y objetos concretos. Por el contrario, los adolescentes son capaces de contemplar conceptos desconocidos (p. ej., imaginar cómo era ser un esclavo en la década de 1850 mientras leen un cuento), generar ideas sobre hechos que no ocurrieron (p. ej., especular sobre el resultado si Alemania hubiera ganado Segunda Guerra Mundial), y hacer predicciones sobre situaciones hipotéticas o futuras (por ejemplo, considerar el impacto en las tasas de criminalidad si un país aboliera la pena de muerte).

Los adolescentes mayores pueden participar en debates sobre temas sociopolíticos complejos, profundizando en conceptos abstractos como los derechos humanos, la igualdad y la justicia. También pueden abordar tareas que involucran analogías y relaciones proporcionales, resolver ecuaciones algebraicas, proporcionar pruebas geométricas y evaluar la validez lógica de los argumentos. La capacidad de pensar de manera abstracta y reflexiva es un sello distintivo de la etapa de operaciones formales, que abarca cuatro características clave del pensamiento: lógica proposicional, razonamiento científico, razonamiento combinatorio y razonamiento sobre probabilidad y proporción.

La lógica proposicional es esencial en varias situaciones de resolución de problemas. Por ejemplo, al resolver problemas algebraicos, es necesaria la capacidad de reflexionar sobre las proposiciones. De manera similar, cuando se razona sobre problemas científicos, como la clasificación de animales o plantas, la lógica proposicional es crucial. Profesionales como escritores, abogados, políticos y profesores utilizan la lógica proposicional cuando quieren hacer un punto persuasivo.

Los adolescentes que dominan esta habilidad no solo participan en argumentos más efectivos, sino que también poseen la capacidad de identificar falacias en el razonamiento y contrarrestarlas con argumentos apropiados. David Moshman y Bridge Franks realizaron un estudio en 1986 que encontró que los niños de primaria tienden a evaluar la validez de tales conclusiones basándose en la verdad objetiva en lugar del razonamiento lógico. Sin embargo, a medida que los individuos alcanzan la etapa de operaciones formales, comienzan a considerar la validez intrínseca de los argumentos. Durante esta etapa, la validez de un argumento está más estrechamente relacionada con la forma en que se interconectan las proposiciones que con la veracidad del contenido. Piaget creía que el razonamiento implica reflexionar sobre las relaciones lógicas entre las proposiciones.

En la medida que el adolescente se vuelve más competente en la lógica proposicional, adopta un enfoque más sistemático para la resolución de problemas. Desarrollan la capacidad de

formular hipótesis, determinar cómo compararlas con los hechos y eliminar aquellas que se demuestren falsas. Piaget se refirió a este tipo de pensamiento como pensamiento hipotético-deductivo, que implica generar y probar hipótesis de manera lógica y sistemática. Para examinar la adquisición de este estilo de pensamiento, Piaget realizó el experimento del péndulo, que se describe en detalle en la figura adjunta. El experimento involucra a un niño al que se le presenta un palo del que cuelgan cuerdas de diferentes longitudes, con diferentes pesos que se pueden unir a cada cuerda. Al niño se le muestra cómo se balancea el péndulo y luego se le pide que determine cuál de los cuatro factores (longitud de la cuerda, peso, fuerza impulsiva o altura de caída) influye en la velocidad de la oscilación del péndulo. Antes de dar una respuesta, se le permite al niño manipular el aparato para encontrar una solución.

¿Cuál cree que es la respuesta correcta a este problema? ¿Cómo te acercarías a resolverlo? El primer paso es formular una hipótesis o hacer una predicción. Durante la etapa de operaciones concretas, el niño es capaz de emplear esta estrategia de resolución de problemas. El siguiente paso es probar las hipótesis, y este paso generalmente distingue la etapa de operaciones concretas de la etapa de operaciones formales. La clave es alterar uno de los factores o variables del problema mientras se mantienen constantes los demás. En la etapa de operaciones concretas, el niño inicialmente aborda el problema correctamente, pero puede fallar al considerar todas las combinaciones posibles. A veces pueden cambiar más de una variable a la vez, como la longitud y el peso de la cuerda.

Sin embargo, debido a que no abordan el problema de manera sistemática, a menudo llegan a conclusiones incorrectas cuando se deben tener en cuenta múltiples variables. Por otro lado, un niño en la etapa de operaciones formales normalmente considera todas las combinaciones posibles. En este ejemplo específico, hay 16 combinaciones que deben examinarse para llegar a la conclusión correcta. La respuesta correcta es que la longitud de la cuerda afecta la velocidad del péndulo. Una cuerda más corta hace que el péndulo oscile más rápido, independientemente de los demás factores. Entonces, ¿qué factor influye en la velocidad del péndulo? Los cuatro factores en cuestión son la longitud de la cuerda, el peso del péndulo, la altura desde la que se suelta y la fuerza con la que se lanza.

Por otro lado, cuando se trata de razonar sobre probabilidades y proporciones, los niños de primaria generalmente tienen un conocimiento limitado en esta área. La teoría de Piaget puede ayudar a explicar esta limitación. Por ejemplo, consideremos un dispensador de chicle que contiene 30 bolas de chicle rojas y 50 amarillas. Si un niño pusiera una moneda en la máquina, ¿de qué color sería más probable que saliera una bola de chicle? Un niño en la etapa de operaciones concretas diría "amarillo" porque hay más bolas amarillas que rojas.

Sin embargo, alguien en la etapa de operaciones formales abordaría el problema de manera diferente. Representarían mentalmente el problema enfocándose en la diferencia absoluta entre las cantidades de bolas rojas y amarillas, reflexionando sobre la proporción entre ellas. En

consecuencia, es más probable que digan que es más probable obtener una bola amarilla, ya que hay una mayor proporción de ellas en comparación con las bolas rojas. En resumen, el razonamiento no es algo que se pueda observar directamente; más bien, es una relación inferida entre dos cantidades.

El ejemplo anterior demuestra que ambos tipos de pensadores llegarían a la misma respuesta a la pregunta, pero lo harían utilizando sistemas lógicos cualitativamente diferentes. El Razonamiento Combinatorio, que es una característica de las operaciones formales, involucra la habilidad de considerar múltiples causas. Por ejemplo, si le diera a un grupo de estudiantes de primaria y secundaria cuatro fichas de plástico de diferentes colores y les pidiera que las combinaran de tantas maneras como fuera posible, la mayoría probablemente solo combinaría dos fichas a la vez y sin un método sistemático. Sin embargo, los adolescentes en la etapa de operaciones formales son más propensos a inventar un método para representar todas las combinaciones posibles, que van de tres a cuatro fichas, y generar estas combinaciones de manera sistemática.

La teoría del desarrollo cognitivo de Piaget es ampliamente reconocida y ha suscitado un importante debate. Su perspectiva revolucionó el estudio del desarrollo infantil, desafiando la creencia de que los niños son seres pasivos formados únicamente por su entorno. Sin embargo, en los últimos años, la teoría de Piaget ha enfrentado fuertes críticas y controversias. Los detractores han expresado su preocupación por varios aspectos de su trabajo, incluidos sus métodos de investigación, la naturaleza incremental del pensamiento de los niños, la aplicabilidad de los modelos de equilibrio para explicar los cambios evolutivos y la universalidad de las etapas de Piaget.

Muchos teóricos contemporáneos argumentan que Piaget subestimó las capacidades de los niños pequeños, sugiriendo que sus tareas eran excesivamente complejas y requerían habilidades cognitivas y verbales avanzadas. Los críticos sostienen que los niños pueden poseer habilidades cognitivas superiores, pero carecen de las habilidades verbales para demostrar su competencia. En consecuencia, cuando se emplean medidas no verbales para evaluar conceptos básicos, los resultados divergen de los hallazgos de Piaget. El aspecto cualitativo del desarrollo cognitivo propuesto por Piaget también ha sido muy analizado. Algunos teóricos cuestionan si los cambios en los sistemas cognitivos de los niños son realmente tan fundamentales, decisivos, cualitativos y graduales como sugirió Piaget. Además, el modelo de equilibrio, que enfatiza la asimilación, la acomodación y el equilibrio, no logra explicar adecuadamente el progreso en el desarrollo cognitivo. Estas actividades cognitivas no se abordan explícitamente en la teoría de Piaget, lo que alimenta aún más las críticas.

Vygotsky

Lev Vygotsky, una figura influyente en la psicología rusa de 1896 a 1934, propuso una teoría del desarrollo infantil que estuvo muy influenciada por los acontecimientos históricos de su época. Tras el éxito de la Revolución de Octubre en 1917, los líderes de la sociedad soviética recién formada enfatizaron la importancia de la contribución de cada individuo a la transformación social a través del trabajo y la educación. En respuesta a este nuevo contexto social, Vygotsky desarrolló una teoría psicológica que se centró en las relaciones entre los individuos y la sociedad. Argumentó que comprender el desarrollo de un niño requiere el conocimiento del entorno cultural en el que se crían. Vygotsky creía que los patrones de pensamiento de un individuo no son innatos, sino moldeados por instituciones culturales y actividades sociales. Afirmó que es responsabilidad de la sociedad adulta compartir su conocimiento colectivo con los miembros más jóvenes y menos avanzados para estimular su desarrollo intelectual.

El desarrollo cognitivo del niño está muy influenciado por su participación en actividades sociales, lo que les permite incorporar diversas herramientas culturales como el lenguaje, los sistemas de conteo, la escritura, el arte y otras invenciones sociales en su proceso de pensamiento. A medida que el niño participa en interacciones sociales, internaliza los resultados de estas interacciones, lo que lleva al crecimiento cognitivo. De acuerdo con la teoría de Vygotsky, es esencial considerar tanto la historia cultural más amplia como la historia individual del niño al examinar el desarrollo cognitivo. Este principio propuesto por Vygotsky destaca la importancia de una perspectiva histórico-cultural para comprender el proceso de desarrollo.

Vygotsky es ampliamente reconocido como uno de los primeros críticos de la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget. Mientras que Piaget argumentó que el conocimiento lo construyen los individuos, Vygotsky enfatizó que el conocimiento en realidad es co-construido a través de interacciones sociales. Él creía que la forma principal en que se produce el desarrollo intelectual es a través de la interacción con compañeros y adultos más informados. Según Vygotsky, el conocimiento no puede atribuirse únicamente al entorno o al propio niño; más bien, se sitúa dentro de un contexto cultural y social específico. En términos más simples, sostuvo que los procesos mentales como la memoria, la resolución de problemas y la planificación tienen sus raíces en las experiencias sociales.

Según Vygotsky, cuando nace un niño, posee habilidades mentales básicas como la percepción, la atención y la memoria. Sin embargo, es a través de sus interacciones con compañeros y adultos más informados que estas habilidades innatas experimentan una transformación, lo que lleva al desarrollo de funciones mentales superiores. En otras palabras, Vygotsky creía que el desarrollo cognitivo implica internalizar las funciones que inicialmente tienen lugar en el ámbito social.

Para Vygotsky, hay cinco conceptos clave que juegan un papel crucial en la comprensión del desarrollo humano y la cognición: funciones mentales, habilidades psicológicas, la zona de

desarrollo próximo, herramientas de pensamiento y mediación. Vygotsky profundiza en cada uno de estos conceptos para brindar una explicación integral.

Vygotsky, reconoce que hay dos tipos distintos de funciones mentales: inferior y superior. Las funciones mentales inferiores son innatas y predeterminadas por nuestra genética. Son las habilidades naturales con las que nacemos y tienen un comportamiento limitado, ya que están condicionadas por lo que somos capaces de hacer. Por otro lado, las funciones mentales superiores se adquieren y desarrollan a través de la interacción social. Estas funciones están influenciadas por la sociedad y la cultura específicas de las que un individuo forma parte. Están mediados culturalmente y permiten una gama más amplia de posibilidades en el comportamiento. El conocimiento se ve como el resultado de la interacción social, donde tomamos conciencia de nosotros mismos y aprendemos a usar símbolos, lo que nos permite pensar de manera más compleja. Vygotsky enfatiza que el grado de interacción social afecta directamente el nivel de conocimiento y la fuerza de las funciones mentales. Desde esta perspectiva, los humanos somos ante todo seres culturales, y esto es lo que nos distingue de otros seres vivos, incluidos los primates. El aspecto clave de esta diferenciación entre funciones mentales inferiores y superiores es que los individuos no solo interactúan directamente con su entorno sino también a través y con otros individuos.

Según Vygotsky, las funciones mentales superiores o habilidades psicológicas se desarrollan en dos etapas. Inicialmente, estas habilidades se observan en el contexto social y luego emergen dentro del individuo. Él afirma que cada función psicológica en el desarrollo cultural de un niño aparece dos veces: primero a nivel social y luego a nivel individual. Estas funciones se originan en las relaciones interpersonales, como lo demuestra la expresión de dolor de un niño a través del llanto. Inicialmente, el llanto es una reacción básica al entorno, pero evoluciona a una forma de comunicación para llamar la atención, que es una función mental superior interpsicológica que solo puede ocurrir en la interacción con los demás.

Posteriormente, el llanto se vuelve intencional y sirve como herramienta de comunicación, representando una función mental superior intrapsicológica que el niño posee dentro de su propia mente. Esta transición de una etapa a otra es crucial en el desarrollo de los conceptos, ya que implica un cambio de una forma precategorica a una forma categorica de clasificar las experiencias y un movimiento hacia la categorización abstracta. Este proceso se conoce como internalización, que se refiere a la construcción de representaciones internas de acciones externas u operaciones mentales. Se puede ver un ejemplo de internalización cuando un adulto lee a un niño pequeño y el niño comienza a señalar objetos en la página y trata de contarlos de forma independiente. En opinión de Vygotsky, el niño está interiorizando el uso de los números para comprender un conjunto de objetos. A medida que el niño se vuelve capaz de contar sin ayuda, la operación de contar se convierte en parte de su organización interna. En última instancia, el desarrollo del

individuo alcanza su máximo potencial cuando se apropia e interioriza las habilidades interpsicológicas como propias.

Vygotsky argumentó que cada cultura tiene su propio conjunto único de herramientas técnicas y psicológicas que se transmiten a los niños a través de las interacciones sociales. Estas herramientas culturales, a su vez, dan forma al desarrollo de la mente. La sociedad juega un papel crucial en la formación del pensamiento de un niño al influir en las herramientas a las que están expuestos. Por ejemplo, a principios del siglo XX, las madres les enseñaban a sus hijas a hacer mantequilla y a hilar cuando llegaban a la pubertad, pero hoy en día estas habilidades se enseñan con menos frecuencia.

De manera similar, antes de la disponibilidad generalizada de calculadoras, los estudiantes tenían que memorizar hechos aritméticos, mientras que hoy en día a menudo se les permite usar calculadoras en las clases de matemáticas y ciencias. El surgimiento de las computadoras como herramienta tecnológica también ha planteado preguntas sobre cómo afectarán el desarrollo cognitivo y social de los niños en la era moderna. A medida que los educadores y maestros consideran las implicaciones, se enfrentan a los efectos potenciales de las computadoras en el pensamiento y el aprendizaje de los niños. Vygotsky, como Piaget, creía que el desarrollo cognitivo implica cambios significativos en los procesos de pensamiento.

Sin embargo, Vygotsky tomó un enfoque diferente al enfocarse en las herramientas técnicas y psicológicas que los niños usan para interpretar el mundo que los rodea. Estas herramientas pueden modificar objetos y controlar el entorno u organizar y regular el pensamiento y el comportamiento. Por ejemplo, cuando un adulto lee a un niño, el niño aprende a usar un sistema de conteo para ordenar objetos, que es un ejemplo de una herramienta psicológica. Otras herramientas psicológicas incluyen números, palabras, símbolos, sistemas lógicos, normas sociales, conceptos teóricos, mapas, géneros literarios y dibujos. Por otro lado, las herramientas técnicas son instrumentos físicos como lápices y papel, transportadores geométricos, máquinas, reglas y martillos.

Durante la etapa del habla social, los niños utilizan principalmente el lenguaje como medio de comunicación. En este punto, sus pensamientos y lenguaje cumplen funciones separadas. Aunque, a medida que avanzan hacia la etapa del habla egocéntrica, los niños comienzan a utilizar el habla para regular su propio comportamiento y pensamientos. Pueden hablar en voz alta consigo mismos mientras realizan tareas.

Es importante señalar que durante esta etapa, los autoinformes del niño se consideran discurso privado ya que no están destinados a la comunicación con los demás. Sin embargo, el habla comienza a jugar un papel importante en los aspectos intelectuales y comunicativos de su desarrollo. Según Vygotsky, el lenguaje juega un papel importante en el desarrollo cognitivo. Sostiene que el crecimiento intelectual de un niño se basa en su dominio del lenguaje y su entorno

social. Vygotsky identifica tres etapas distintas en el uso del lenguaje: habla social, habla egocéntrica y habla interna.

En resumen, Vygotsky enfatiza el papel crucial del lenguaje en el desarrollo cognitivo. Identifica las tres etapas del habla social, el habla egocéntrica y el habla interna, demostrando cómo el lenguaje evoluciona de una herramienta para la comunicación a una herramienta para la autorregulación y los procesos cognitivos. En la etapa final del desarrollo del habla, conocida como habla interna, los niños interiorizan su habla egocéntrica. Usan este lenguaje internalizado para guiar su pensamiento y comportamiento. Durante esta fase, pueden reflexionar sobre la resolución de problemas y la secuencia de acciones manipulando el lenguaje internamente, dentro de sus mentes.

El concepto de zona de desarrollo próximo, que fue introducido por Vygotsky, tiene un valor significativo en los campos de la psicología y la educación. El enfoque principal de Vygotsky estaba en el crecimiento potencial y el desarrollo intelectual de los niños, en lugar de considerar únicamente su nivel actual de habilidades. La zona de desarrollo próximo engloba las funciones que están en proceso de desarrollo pero que aún no han alcanzado su plena madurez. Significa funciones que se encuentran actualmente en un estado embrionario, pero que se espera que maduren en el futuro. Vygotsky enfatizó que estas funciones en desarrollo deben considerarse como "botones" o "flores" del desarrollo, en lugar de sus resultados finales. Mientras que el nivel actual de desarrollo proporciona una comprensión retrospectiva, la zona de desarrollo próximo ofrece una visión prospectiva.

En términos prácticos, la zona de desarrollo próximo representa la brecha entre lo que un niño puede lograr de forma independiente y lo que puede lograr con ayuda. Por ejemplo, un niño de 6 años puede tener dificultades para armar un modelo de avión por su cuenta, pero con la guía y el apoyo de un hermano mayor que tiene más experiencia, puede completar la tarea con éxito. Vygotsky creía que las interacciones con adultos y compañeros dentro de la zona de desarrollo próximo juegan un papel crucial para ayudar a los niños a alcanzar niveles más altos de funcionamiento.

Visión sociocultural

La cultura juega un papel fundamental en la configuración del desarrollo cognitivo de los seres humanos. Influye en la forma en que las personas aprenden y desarrollan sus funciones mentales superiores. Las diferentes culturas ofrecen diversos enfoques para el razonamiento y la resolución de problemas, todos los cuales son valiosos y adaptables en sus contextos específicos. El aprendizaje colaborativo, guiado por personas con experiencia, mejora el crecimiento cognitivo y permite que los niños internalicen el conocimiento y regulen su propio desempeño. Para ilustrar el concepto de aprendizaje colaborativo, considere el escenario de Annie, de cuatro años, que recibe un rompecabezas como regalo. Inicialmente, Annie lucha por resolver el rompecabezas

hasta que su padre interviene y ofrece orientación. Él sugiere que ella comience conectando las piezas de las esquinas. Cuando Annie se siente frustrada, su padre demuestra colocando dos piezas que encajan muy juntas, para que pueda observar el enfoque correcto. Una vez que Annie completa con éxito el rompecabezas, su padre la alienta y la felicita.

A través de este proceso, Annie comprende gradualmente el método de resolución de acertijos y se vuelve más independiente en sus esfuerzos. En resumen, la cultura juega un papel importante en el desarrollo cognitivo de los seres humanos, ya que moldea e influye en su crecimiento mental. Cuando los humanos nacen, poseen habilidades mentales básicas que luego se transforman a través de la exposición a diferentes culturas. Por ejemplo, si comparamos dos niños, uno de cultura occidental y otro de cultura oriental, observaremos que exhiben distintos enfoques de aprendizaje que contribuyen al desarrollo de sus funciones mentales superiores.

Es importante tener en cuenta que cuando nos referimos a culturas, nos referimos a una multitud de ellas, cada una con sus propias características y variaciones únicas. En consecuencia, el desarrollo de la inteligencia no es un proceso uniforme sino un producto de contextos culturales diversos. En este sentido, es vital comprender que ningún conjunto de habilidades cognitivas puede considerarse inherentemente superior a otro. En cambio, estas habilidades representan formas alternativas de razonamiento o "herramientas de adaptación" que han evolucionado para permitir que los niños se adapten con éxito a los valores y tradiciones de sus respectivas culturas.

Los niños pequeños son curiosos por naturaleza y participan activamente en el aprendizaje y el descubrimiento de nuevos conceptos. Sin embargo, Vygotsky, un destacado psicólogo, pone menos énfasis en el descubrimiento por iniciativa propia y destaca la importancia de las interacciones sociales en el crecimiento cognitivo. Muchos "descubrimientos" significativos hechos por niños ocurren en el marco de diálogos cooperativos o colaborativos entre un tutor experto y un estudiante novato. En estos diálogos, el tutor modela la actividad y proporciona instrucciones verbales, mientras que el alumno intenta comprender e interiorizar esta información a lo largo del tiempo, utilizándola para regular su propia actuación.

Vygotsky argumenta que la presencia del lenguaje juega un papel vital en el desarrollo de las habilidades cognitivas. El lenguaje sirve como un medio para que las personas expresen sus ideas, hagan preguntas y establezcan conexiones entre experiencias pasadas y proyectos futuros. Cuando nos involucramos en la resolución de problemas, es común que pensemos en términos de palabras y oraciones incompletas. Vygotsky enfatiza la importancia del lenguaje en el desarrollo cognitivo, particularmente a través del habla privada, que es cuando los individuos se hablan a sí mismos para guiar su propio pensamiento. Afirma que esta forma de hablar no es egocéntrica, sino que ocurre cuando los niños pequeños encuentran obstáculos o dificultades y expresan sus esfuerzos para superarlos.

Asimismo, existe una correlación entre el pensamiento lógico y la competencia lingüística, ya que el desarrollo lingüístico se entrelaza con las representaciones abstractas. Esta conexión permite la internalización de operaciones lógicas, lo que a su vez facilita la comprensión y manipulación de otras relaciones abstractas. Dado que el habla privada ayuda a regular el proceso de pensamiento de uno, es razonable permitir e incluso fomentar su uso en entornos educativos. Imponer silencio absoluto a los jóvenes estudiantes mientras abordan problemas desafiantes puede en realidad obstaculizar su progreso.

La auto instrucción cognitiva es una técnica que enseña a los estudiantes cómo participar en el aprendizaje autodirigido a través del diálogo interno. Por ejemplo, aprenden a recordarse a sí mismos que deben abordar las tareas con calma y atención. El habla interna no solo es importante durante los años escolares, sino incluso en la edad preescolar, ya que los niños pasan un tiempo considerable hablando consigo mismos. Esta práctica permite la formación de nuevas conexiones y relaciones entre funciones cognitivas que inicialmente no estaban presentes. Como hemos observado, Vygotsky otorga un gran valor al aspecto sociocultural del desarrollo cognitivo. Al considerar este aspecto, reconocemos que el lenguaje, como elemento crucial en el aprendizaje, se desarrolla gradualmente con el tiempo. Además, Vygotsky enfatiza la importancia de los adultos y los compañeros en el desarrollo cognitivo, ya que cree que las conversaciones e intercambios significativos con personas más informadas dentro de la cultura, ya sean adultos o compañeros más capaces, contribuyen al crecimiento de las habilidades cognitivas.

Otro concepto significativo que considerar es el del aprendizaje guiado. En varias sociedades, los niños no reciben educación en entornos escolares tradicionales o mediante lecciones formales impartidas por sus padres sobre habilidades específicas como tejer o cazar. En su lugar, se involucran en una participación guiada, participando activamente en actividades culturalmente relevantes junto con compañeros más experimentados que ofrecen el apoyo y la motivación necesarios.

La participación guiada es un método informal de "aprender a pensar" en el que los procesos de pensamiento de los niños se moldean a medida que participan activamente en tareas cotidianas que son culturalmente significativas, como cocinar, lavar la ropa, cuidar los cultivos o participar en discusiones sobre el mundo que los rodea. a ellos. Según Vygotsky, un niño normalmente aprende en situaciones en las que un guía, a menudo sus padres, les presenta tareas cognitivas. Esto resalta la importancia de las interacciones interpersonales, a las que Piaget, por ejemplo, no le da el mismo nivel de importancia.

Capítulo 4

Perspectivas de Vigotsky y Piaget en el pensamiento lógico y las habilidades cognitivas

Piaget y Vygotsky: comparación

Piaget y Vygotsky tienen diferentes perspectivas sobre los supuestos fundamentales de sus teorías. Si bien ambos reconocen la importancia de la construcción mental del conocimiento de un niño, Vygotsky pone un mayor énfasis en el papel de las interacciones sociales en este proceso. Según Vygotsky, la construcción del conocimiento no es un esfuerzo individual sino social, donde las funciones mentales superiores se desarrollan a través de actividades socialmente mediadas.

El aprendizaje colaborativo y la resolución de problemas son los principales medios a través de los cuales se produce el cambio cognitivo. Vygotsky también cree que la cultura juega un papel importante en la configuración del desarrollo cognitivo. A medida que un niño crece y madura, aprende a utilizar las herramientas del pensamiento que son muy valoradas en su cultura específica. Esto resalta el hecho de que no existen patrones universales de desarrollo, ya que las diferentes culturas priorizan varios tipos de herramientas, habilidades intelectuales y normas sociales. Por ejemplo, las habilidades intelectuales necesarias para prosperar en una sociedad tecnológicamente avanzada diferirán de las requeridas en una sociedad predominantemente agrícola.

Una distinción significativa adicional entre Piaget y Vygotsky radica en sus perspectivas sobre el aprendizaje. Piaget argumenta que el desarrollo cognitivo establece limitaciones sobre lo que los niños pueden aprender de las experiencias sociales, lo que sugiere que el aprendizaje no puede acelerarse a través de experiencias educativas. Por otro lado, Vygotsky reconoce que el aprendizaje y el desarrollo no son idénticos, pero enfatiza que el aprendizaje es un componente esencial y universal del proceso de adquisición de funciones psicológicas humanas y culturalmente organizadas.

El punto de vista de Vygotsky afirma que la instrucción, ya sea de compañeros o de adultos con más conocimientos, es la base fundamental para el desarrollo cognitivo, y el aprendizaje precede al desarrollo. Además, el concepto de zona de desarrollo próximo de Vygotsky presenta una perspectiva contrastante sobre la madurez en comparación con la teoría de Piaget. En la teoría de Piaget, la madurez del aprendizaje está determinada por el nivel de competencia y conocimiento del niño. Sin embargo, si un maestro intenta enseñar un concepto u operación antes de que el niño esté mentalmente preparado, Piaget se refiere a esto como "aprendizaje vacío". En contraste, Vygotsky argumenta que la instrucción debe enfocarse en el nivel potencial de desarrollo, que el

niño demuestra con la ayuda y guía de otros. Vygotsky afirma que el único aprendizaje eficaz es el que se anticipa al desarrollo del alumno.

Con respecto al papel del lenguaje en el desarrollo, Vygotsky y Piaget sostuvieron perspectivas contrastantes. Piaget creía que el habla egocéntrica de los niños pequeños era un reflejo de su incapacidad para ver las cosas desde la perspectiva de los demás y, por lo tanto, no tenía ningún propósito significativo en su desarrollo. Según Piaget, los procesos cognitivos se derivaban de las acciones involucradas en la manipulación de objetos, más que del habla.

En resumen, mientras Piaget consideraba que el lenguaje egocéntrico carecía de propósito en el desarrollo, Vygotsky enfatizó su importancia como mecanismo intelectual y de autorregulación en los niños pequeños. Por otro lado, Vygotsky vio el discurso egocéntrico como un fenómeno evolutivo crucial. Él creía que cuando los niños se involucran en un discurso egocéntrico, están organizando y regulando activamente su propio pensamiento. Al hablar solos, los niños intentan resolver problemas y pensar de forma independiente. Vygotsky se refirió al habla egocéntrica como habla privada y la consideró como una herramienta fundamental para que los niños pasen de ser regulados por influencias externas a ser autorregulados por sus propios pensamientos.

- Las teorías del desarrollo cognitivo de Piaget y Vygotsky sentaron las bases psicológicas de los enfoques constructivistas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Según los constructivistas, el niño debe adquirir su propio conocimiento del mundo en el que vive. Los adultos guían este proceso proporcionando estructura y apoyo.
- Las teorías de Piaget y Vygotsky se centran en cambios cualitativos en el pensamiento del niño. Piaget argumentó que el desarrollo cognitivo consiste en cambios importantes en la forma en que se organiza el conocimiento. Vygotsky creía que representaba cambios en las herramientas culturales que usa el niño para interpretar el mundo.
- Piaget propuso dos principios básicos que rigen el desarrollo intelectual: organización y adaptación. A medida que el niño madura, sus sistemas de conocimiento se integran y reorganizan, creando sistemas más complejos y ambientalmente adaptables. La adaptación de los esquemas ocurre a través de la asimilación y la acomodación. En el primer proceso, el niño da forma a la información para que se ajuste a sus estructuras de conocimiento actuales. En el segundo proceso, modifica sus esquemas para restaurar un estado de equilibrio. La asimilación y la acomodación explican los cambios en la cognición en todas las edades.
- Piaget sostuvo que la evolución sigue un orden inmutable. Los primeros años de la infancia se caracterizan por dos fases. En la etapa sensoriomotora (de 2 a 7 años), comienza a utilizar palabras, números, gestos e imágenes para representar objetos de su entorno. También comienzan a formular teorías intuitivas para explicar los fenómenos ambientales que

pueden tener un impacto a largo plazo en el aprendizaje. Las principales limitaciones del pensamiento preoperacional son el egocentrismo, la centralización y la rigidez del pensamiento.

- Los años de la escuela primaria y secundaria se caracterizan por dos fases más. Durante el período de operaciones concretas (7 a 11 años), el niño comienza a utilizar operaciones mentales para reflexionar sobre los fenómenos y objetos que le rodean. Durante este período ocurren las siguientes operaciones mentales: clasificación, serialización y conservación. Solo se aplican a estímulos concretos que están presentes en el entorno. En la etapa final del desarrollo cognitivo, la de las operaciones formales (desde los 10 años hasta la edad adulta), los adolescentes y adultos pueden razonar sobre objetos, eventos y conceptos abstractos. Adquiere la capacidad de aplicar la lógica proposicional, la inducción, la deducción y el razonamiento combinatorio. Durante este tiempo podemos reflexionar sobre nuestros propios procesos de pensamiento.
- Las teorías no piagetianas intentan concretar la teoría Piaget conservando los principios básicos de que el desarrollo es cualitativo y gradual. Exploran cómo el procesamiento de la información explica el cambio evolutivo.
- La teoría de Piaget inspiró reformas curriculares de gran alcance y continúa teniendo un gran impacto en la práctica docente contemporánea. Entre sus principales contribuciones a la educación se encuentran las ideas de que a) el niño debe acumular conocimientos activamente; b) los educadores deben ayudarlo a aprender a aprender; c) las actividades de aprendizaje deben adaptarse al nivel de desarrollo conceptual d) la comunicación con los compañeros contribuye al desarrollo cognitivo. La teoría de Piaget enfatiza el papel del docente en el proceso de aprendizaje como organizador, colaborador estimulante y mentor.
- En comparación con Piaget, Vygotsky concede más importancia a las interacciones sociales. El conocimiento no se construye individualmente, sino que se construye en conjunto entre dos personas. La memorización, la resolución de problemas, la planificación y el pensamiento abstracto tienen un origen social.
- En la teoría de Vygotsky, las funciones cognitivas elementales se transforman en actividades de origen superior a través de la interacción con adultos y compañeros más informados. La internalización es un proceso que consiste en construir una representación interna (cognitiva) de acciones físicas u operaciones mentales que surgen inicialmente en las interacciones sociales. Los niños aprenden elementos de este último y así aprenden a regular su comportamiento y pensamiento.
- Vygotsky describió los cambios evolutivos en el pensamiento del niño como una función de las herramientas culturales con las que interpreta su mundo. Las herramientas técnicas suelen servir para cambiar objetos o controlar el entorno, mientras que las herramientas

psicológicas sirven para organizar el comportamiento o el pensamiento. De acuerdo con la teoría de Vygotsky, la sociedad moldea la conciencia del niño brindándole las herramientas ideales para funcionar en él. La historia cultural y las experiencias de la infancia son importantes para comprender el desarrollo cognitivo.

- Según Vygotsky, el lenguaje es la herramienta psicológica que influye más profundamente en el desarrollo cognitivo de un niño. Identificó tres etapas de su uso. En el primero, el niño lo utiliza principalmente en la comunicación (discurso social). En el segundo, comienza a utilizar un discurso egocéntrico o privado para regular su pensamiento. Hablar en voz alta o susurrar mientras se hace una tarea entra en esta categoría. En la tercera etapa, el niño usa el habla interior (pensamientos verbales) para controlar su pensamiento y sus acciones.
- Piaget y Vygotsky, dos destacados teóricos en el campo del desarrollo infantil, tienen puntos de vista contrastantes sobre la importancia del lenguaje y el aprendizaje en el desarrollo del niño. Piaget argumenta que el lenguaje egocéntrico, o la tendencia de los niños a hablarse a sí mismos, no influye en su desarrollo general. Por otro lado, Vygotsky sostiene que esta forma de autoexpresión es fundamental para ayudar a los niños a organizar y regular sus pensamientos y acciones. De manera similar, cuando se trata de aprender, Piaget afirma que el desarrollo de un niño impone limitaciones a lo que puede adquirir de sus interacciones sociales. Por el contrario, Vygotsky enfatiza el papel crucial de la instrucción proporcionada por compañeros o adultos informados, ya que es esta guía la que fomenta el desarrollo cognitivo en los niños. Estas diferencias fundamentales de perspectiva resaltan los diversos enfoques adoptados por Piaget y Vygotsky para comprender las complejidades del desarrollo infantil.

Las habilidades cognitivas y sociales para la resolución de problemas matemáticos

Durante la última década, ha habido un énfasis creciente en la adopción de un enfoque más social y colaborativo para la enseñanza y el aprendizaje con el fin de mejorar la calidad y los resultados educativos en varios niveles. Este cambio hacia la colaboración ha sido reconocido como una habilidad clave a desarrollar en el siglo XXI. En respuesta a esto, la resolución colaborativa de problemas (RCP) ha surgido como un nuevo enfoque que desafía los métodos de aprendizaje individualistas tradicionales dentro de los sistemas educativos. Esto es particularmente relevante ya que se requiere cada vez más que las personas resuelvan problemas de manera efectiva a través de la colaboración en diversas áreas de la vida, como el trabajo, las interacciones sociales y los entornos familiares, donde la combinación de conocimientos y habilidades es esencial.

En el campo de la educación matemática, la RCP se ha incorporado principalmente en pruebas estandarizadas internacionales como PISA, con el objetivo de medir y mostrar la capacidad de los individuos para aplicar conocimientos y habilidades en la resolución colaborativa

de problemas. Esto se debe a que existe evidencia sustancial que indica una fuerte correlación entre las contribuciones de las ideas matemáticas y la participación activa en el trabajo colaborativo. Dicha participación no solo implica contribuciones individuales para comprender y desarrollar estrategias iniciales, sino que también abarca la construcción de ideas matemáticas a través de la comunicación, el diálogo, la crítica, la explicación y la argumentación entre pares. Estos aspectos se enfatizan y especializan particularmente cuando la RCP se integra sistemáticamente en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

La colaboración surge cuando un conjunto de personas se encuentran incapaces de abordar una situación por sí mismos, o cuando la colaboración aumenta la probabilidad de lograr objetivos y propósitos con mayor eficiencia en términos de recursos y tiempo. Por lo tanto, se puede inferir que la RCP es una habilidad multifacética ya que combina tanto el acto de resolución de problemas como la participación de dos o más personas trabajando juntas para su resolución. Este proceso requiere la utilización de habilidades tanto cognitivas como sociales, lo que lo convierte en un esfuerzo complejo e intrincado.

En entornos de RCP, los individuos interactúan y autorregulan su aprendizaje aclarando sus propios enfoques y propuestas. También se esfuerzan por comprender y desarrollar los pensamientos propuestos por sus compañeros. Esto crea un proceso bidireccional que está influenciado por las características individuales y los objetivos de aprendizaje de la organización. Además, la corregulación se observa en entornos de RCP cuando los individuos perciben, refutan o aceptan las contribuciones de los demás. Reflexionan y evalúan la coherencia y relevancia de las contribuciones de sus pares en relación con las propias.

Las capacidades de autorregulación y corregulación en entornos de RCP se facilitan a través de interacciones entre pares, que involucran comunicación tanto oral como escrita. Esta comunicación tiene como objetivo comprender ideas, valorar diferentes perspectivas, desarrollar declaraciones y, en última instancia, lograr una comprensión compartida del problema. En esta comunicación se utilizan dos tipos de discurso: explicativo y argumentativo. El discurso explicativo implica presentar conjeturas, ideas, opiniones, explicaciones, asentimientos, evaluaciones y descripciones, sin necesariamente validarlos o refutarlos.

Por otro lado, el discurso argumentativo tiene como objetivo determinar la verdad o falsedad de un enunciado o idea. Ambos tipos de discurso se consideran habilidades sociales esenciales en la RCP, ya que contribuyen a la participación, la toma de perspectiva y la regulación social. Esto destaca la relación bidireccional entre las habilidades cognitivas y sociales en la RCP, que a veces puede ser difícil de diferenciar. Las habilidades cognitivas involucradas en la RCP abarcan varias habilidades, como la planificación, la ejecución, el seguimiento, la evaluación y el aprendizaje.

Si bien estas habilidades pueden parecer similares a las que se usan individualmente, la naturaleza colectiva de la RCP permite la organización y coordinación de las contribuciones de cada individuo. El proceso de resolución colectiva y cooperativa de problemas comienza con la visualización proyectiva durante la fase de planificación. Esto implica analizar el problema y comprender las perspectivas individuales o colectivas sobre el tema. También incluye establecer un objetivo común o múltiples subobjetivos para guiar las estrategias. Luego se usa un monitoreo efectivo para ajustar estas estrategias hasta que se llega a una solución y se produce el aprendizaje posterior. Todo este proceso requiere procesos metacognitivos de autorregulación y corrección en todas las habilidades.

Según Mayer (1992), la resolución de problemas se puede dividir en dos pasos esenciales: representar el problema y encontrar una solución. Al representar el problema, las personas deben transformar la descripción dada en una representación mental interna, incorporando varios tipos de información, como señales visuales o semánticas, así como conocimientos de disciplinas relevantes. Este proceso implica integrar y organizar la información, establecer conexiones lógicas y crear un contexto que permita generar una estrategia para resolver el problema.

Participar en la resolución de problemas dentro de este espacio de trabajo colaborativo provoca emociones positivas como el disfrute, la felicidad, el interés y la satisfacción. Estas emociones están íntimamente ligadas al uso de estrategias avanzadas de autorregulación como la planificación, el seguimiento, la colaboración y el pensamiento crítico. Por el contrario, confiar en estrategias superficiales como la memorización y el recuerdo simple genera emociones negativas.

En el contexto del espacio de trabajo colaborativo conocido como RCP, se establece una representación compartida. Esta representación consta de los marcos mentales individuales utilizados por los participantes, las normas matemáticas específicas del entorno RCP y los métodos de razonamiento empleados dentro del grupo. Los tipos esperados de representación abarcan conexiones contextuales con experiencias cotidianas, elementos manipulables concretos que tienen un significado matemático, ayudas visuales como diagramas o esquemas conceptuales, explicaciones o argumentos verbales y representaciones simbólicas asociadas con el lenguaje matemático. Estas diversas formas de representar el problema están influenciadas por los objetivos planteados por el grupo y su uso, creación o modificación de la representación.

Las habilidades sociales dentro del contexto de la RCP abarcan una gama de procesos que facilitan la coordinación de acciones entre los miembros del grupo. La comunicación es un componente destacado de estas habilidades, ya que es necesaria para la interacción y colaboración continua dentro del grupo. La comunicación efectiva permite que las personas articulen sus pensamientos e ideas, al mismo tiempo que descifran los significados detrás de las expresiones de los demás. Esto incluye no solo el conocimiento, sino también los valores, las actitudes y las intenciones.

El nivel de comunicación dentro de un grupo puede variar, y algunos grupos ponen más esfuerzo y tiempo para mejorar la calidad de su interacción. Se ha descubierto que la medida en que los grupos se involucran en la comunicación predice su desempeño general en la RCP. Otro aspecto importante de la comunicación en este contexto es la toma de perspectiva, que implica entender un problema desde el punto de vista de un colaborador.

Esta subhabilidad es particularmente relevante para la regulación social, que se relaciona con cuestiones estratégicas dentro del grupo. En la regulación social, los participantes utilizan su conocimiento de las fortalezas y debilidades de cada uno para resolver diferencias de opiniones, intereses y estrategias. La resolución de conflictos y desacuerdos entre los miembros del equipo se considera evidencia de estrategias de negociación efectivas, que abarcan la capacidad de comunicarse, explicar ideas, llegar a acuerdos y participar en la argumentación. En última instancia, la comunicación exitosa dentro de RCP implica compartir información y establecer una comprensión compartida del problema, la estrategia o la solución.

Se ha demostrado que la práctica sistemática y sin control de resolver problemas matemáticos en colaboración tiene un impacto positivo en las habilidades sociales y cognitivas. Esto incluye habilidades relacionadas con la comprensión, la planificación, la ejecución, el seguimiento y la evaluación. Durante la etapa de comprensión, los individuos combinan sus habilidades cognitivas con habilidades de comunicación social para establecer una comprensión compartida del problema.

Este proceso implica que cada individuo contribuya con sus propias perspectivas e información únicas. Al principio, esto puede observarse solo en pocos estudiantes, pero a medida que avanza la intervención, el resto del grupo comienza a desarrollar la capacidad de identificar y establecer sus propias representaciones del problema. Esta coordinación y creación conjunta de conocimiento a través de la comunicación es un aspecto importante de la resolución de problemas.

Como resultado, el grupo se vuelve más eficiente en el desarrollo de planes iniciales y en la evaluación de estrategias o soluciones para cada problema. Esto sugiere que la resolución colaborativa de problemas también tiene un impacto en las habilidades cognitivas individuales y colectivas. Esto se alinea con investigaciones previas que sugieren que el uso de métodos colaborativos de resolución de problemas puede mejorar el aprendizaje en áreas temáticas específicas y desarrollar estrategias y habilidades especializadas. El proceso de negociación que ocurre entre los estudiantes durante la resolución de problemas permite el intercambio de ideas y el refinamiento de su propio razonamiento.

Durante las etapas iniciales de un plan, las habilidades sociales se observan principalmente en un estudiante que comparte ideas conceptuales y procedimentales completas e incompletas, así como representaciones concretas. Esto se alinea con los hallazgos que enfatizan la importancia del conocimiento individual y la autoconciencia para identificar y comprender la información

relacionada con el problema en cuestión. Además, estas contribuciones individuales se complementan con la negociación y discusión colectiva, como lo destaca el concepto de capacidad de regulación. Esta dinámica facilita el desarrollo de estrategias individuales y colaborativas. Además, este proceso demuestra que el proceso RCP (Regulación, Planificación y Control) sistemático tiene un impacto significativo en la creatividad, ya que influye en la elaboración y comunicación de ideas. Esta creatividad está impulsada por la regulación social y cognitiva establecida durante las discusiones.

Cognición: estrategias

En general, las estrategias cognitivas juegan un papel crucial para ayudar a las personas a centrar su atención en los aspectos importantes de una tarea. Estas estrategias nos alientan a hacer conexiones, procesar información en profundidad y reorganizarla de manera significativa. Así es como opera la mente humana, formando representaciones mentales a las que se pueden aplicar procesos cognitivos para obtener conocimiento. Estos procesos facilitan la codificación y el almacenamiento de la información, su posterior recuperación y su aplicación en la resolución de problemas.

En el ámbito específico de las matemáticas, las estrategias cognitivas se definen como los procesos que emplean los individuos cuando se enfrentan a tareas matemáticas para mejorar su adquisición, almacenamiento y utilización de información y conocimiento. Existen varias clasificaciones para las estrategias cognitivas, pero cuando se trata de resolver problemas matemáticos, existe consenso en que las estrategias fundamentales incluyen la organización, la formulación, la selección y la memorización:

- La organización implica leer cuidadosamente las declaraciones del problema, identificar el problema, organizar los datos, establecer prioridades y buscar relaciones.
- La formulación implica explorar diferentes opciones de solución, desarrollar un plan y ejecutarlo.
- La selección se refiere a la elección del individuo de qué tipo de razonamiento aplicar, lo que implica la diferenciación entre y dentro de las fuentes de información en función de la importancia y relevancia de los criterios.
- Por último, la memorización abarca el proceso de recuperar información de la memoria.

El estudio de las estrategias para la resolución de problemas matemáticos ha sido fuertemente influenciado por los trabajos de Polya (1987). Según Polya, la experiencia previa de una persona y su observación de cómo otros resuelven los problemas juegan un papel crucial en la resolución de problemas. Asimismo, argumenta que las heurísticas utilizadas en el proceso de resolución de problemas no dependen del contenido específico del problema.

En su modelo, propuesto en 1965, Polya describe cuatro pasos para resolver problemas de manera efectiva:

- El primer paso es comprender a fondo el problema. Esto implica leer y analizar cuidadosamente el enunciado del problema, identificando los componentes clave, como las incógnitas, los datos y las condiciones. También puede ser útil crear una representación visual, si corresponde, y establecer la notación adecuada. Adicionalmente, es importante considerar si el problema tiene una solución viable. En resumen, las influyentes contribuciones de Polya al estudio de las estrategias de resolución de problemas enfatizan la importancia de comprender el problema, diseñar un plan, ejecutar el plan y reflexionar sobre el proceso. Al seguir estos pasos, las personas pueden mejorar sus habilidades de resolución de problemas matemáticos y abordarlos con confianza y eficiencia.
- El segundo paso es concebir un plan. Esto implica determinar los cálculos, el razonamiento o las construcciones que deben emplearse para encontrar la solución. Durante esta etapa, puede ser beneficioso considerar si hay problemas similares que se hayan encontrado anteriormente, si el problema se puede reformular o si fuera ventajoso resolver primero un problema relacionado más simple.
- El tercer paso es la ejecución del plan. Esto requiere no solo conceptualizar la idea, sino también aprovechar el conocimiento previo, la concentración, los hábitos de pensamiento y la paciencia. La implementación del plan puede conducir directamente a la solución o requerir el desarrollo de una nueva estrategia.
- El paso final es la visión retrospectiva. Una vez ejecutado el plan y determinada y documentada la solución, se recomienda revisar el trabajo realizado. Este paso asegura que se haya obtenido la respuesta correcta y permite la consideración de enfoques alternativos para resolver el problema.

Las habilidades de razonamiento matemático

El razonamiento matemático se divide en varias categorías:

- La capacidad de resolver problemas es una habilidad crucial que requiere que el examinado aplique su conocimiento fundamental, diseñe e implemente un enfoque sistemático para encontrar una solución. La resolución de problemas implica participar en un proceso creativo y cognitivamente complejo, donde los estudiantes deben desarrollar su propio método para resolver el problema a partir de su conocimiento existente y establecer nuevas conexiones entre diferentes conceptos. Asimismo, la resolución de problemas implica el empleo de una variedad de estrategias, que incluyen técnicas algorítmicas que siguen un conjunto específico de pasos y métodos heurísticos que involucran razonamiento intuitivo y enfoques de prueba y error.

- El razonamiento deductivo, es un proceso lógico que involucra el uso de procedimientos matemáticamente bien definidos para derivar ciertas consecuencias o la necesidad de evidencia de apoyo. Con el razonamiento deductivo, uno progresa metódicamente de un conjunto de proposiciones a otro conjunto de proposiciones. Este tipo de razonamiento permite un enfoque sistemático y lógico para llegar a conclusiones.
- El razonamiento inductivo implica la creación de nuevos conceptos mediante el análisis de similitudes o diferencias. Este tipo de razonamiento se hace evidente a través de varias operaciones como clasificar, completar series, hacer analogías y comparar diferentes tipos de símbolos. Estas operaciones nos permiten hacer inferencias y definir estos nuevos conceptos, que luego pueden ser aplicados y evaluados. El razonamiento inductivo amplía la información inicial y asegura la validez de la nueva información.
- El pensamiento probabilístico implica examinar situaciones que aún no han sucedido y tienen múltiples resultados potenciales. Este tipo de razonamiento permite a los individuos considerar la probabilidad de diferentes resultados, lo que resulta altamente beneficioso a la hora de tomar decisiones en diversos aspectos de la vida cotidiana. Al emplear el pensamiento probabilístico, las personas pueden evaluar las probabilidades asociadas con diferentes escenarios, ayudándolos a tomar decisiones y juicios más informados. Este proceso cognitivo permite a las personas considerar diferentes resultados potenciales y sopesar la probabilidad de cada uno, lo que les permite anticipar riesgos y beneficios potenciales. Además, el pensamiento probabilístico permite a las personas evaluar las incertidumbres y las posibles consecuencias de sus decisiones, lo que conduce a estrategias más eficaces para la resolución de problemas y la toma de decisiones. Permite a las personas reconocer que existen varios resultados potenciales y que cada resultado conlleva una cierta probabilidad. Por lo tanto, al incorporar el pensamiento probabilístico en sus procesos de toma de decisiones, las personas pueden navegar mejor por situaciones complejas e inciertas en su vida cotidiana.
- La visualización espacial es una habilidad cognitiva que involucra la capacidad de percibir diferentes formas y manipularlas mentalmente. Abarca la capacidad de percibir visualmente los objetos, conceptualizarlos y manipularlos mentalmente a partir de la información percibida. Esta habilidad va más allá de la capacidad visual básica o la memoria, ya que implica la transformación y manipulación activa de objetos en la mente en lugar de simplemente reproducir o recordar información visual.

Conocimiento científico

Los presocráticos pudieron diferenciar entre dos formas de conocimiento, a saber, doxa y episteme. Doxa, también conocida como conocimiento vulgar, se refiere a las opiniones personales y subjetivas que tienen los individuos sobre un tema específico. Esta forma de conocimiento a

menudo se basa en creencias, figuras de autoridad o intuición. Por otro lado, episteme representa el conocimiento universal que puede ser demostrado y verificado. Es el tipo de conocimiento que se espera que todo individuo reconozca como verdadero. Vale la pena señalar que el concepto de episteme ha dado lugar a los campos de la epistemología y la teoría del conocimiento científico.

El conocimiento científico es el resultado alcanzado a través de la aplicación sistemática del Método Científico dentro del ámbito de la ciencia. Esta definición enfatiza el papel central del método científico en la adquisición de conocimiento. Es ampliamente reconocido entre los investigadores que el conocimiento científico posee ciertas características distintas, que son comúnmente acordadas. Así, las características delinean la naturaleza única del conocimiento científico y contribuyen a su credibilidad y validez:

- El origen empírico se origina en la observación como su fuente inicial, pero supera la mera base fáctica.
- El valor de los resultados radica en la estricta adherencia al método científico.
- El enfoque analítico para comprender la realidad implica examinar cuidadosamente los diversos elementos de un fenómeno particular y luego sintetizarlos para obtener una comprensión integral. Este método implica desglosar los componentes del tema y estudiar a fondo cada aspecto para formar un análisis cohesivo y holístico. Al profundizar en los elementos fundamentales de los fenómenos, este enfoque permite un examen e interpretación más profundos de la realidad. A través de este proceso de análisis, se puede lograr una comprensión y una comprensión más profundas del tema.
- El resultado del análisis es la especialización que se centra en aspectos específicos de la realidad. Esta especialización reduce el alcance del estudio para incluir solo ciertos aspectos, lo que permite un examen más detallado de esos elementos particulares.
- La duda metódica implica cuestionar y dudar sistemáticamente hasta obtener evidencia empírica concreta, al mismo tiempo que se consideran los defectos inherentes a nuestros sentidos y la naturaleza subjetiva de las opiniones individuales. Es imperativo abordar todos los conocimientos y creencias con escepticismo, escudriñándolos cuidadosamente para llegar a una comprensión más confiable y objetiva.
- El conocimiento científico se caracteriza por un nivel de incertidumbre e hipótesis. Es un ámbito en el que uno está constantemente lidiando con la naturaleza esquiva de la verdad, nunca confiando plenamente en sus conclusiones o conformándose con la certeza absoluta. Es importante señalar que la seguridad y la certeza son conceptos distintos dentro de este contexto.

- La validación de hipótesis generalmente se lleva a cabo utilizando un enfoque probabilístico, basándose en la evaluación de la probabilidad en lugar de la certeza absoluta.
- La autocorrección tiene la capacidad de identificar sus propias deficiencias y rectificar cualquier error que pueda haber cometido por su cuenta.
- La medición implica el desarrollo de métodos y enfoques específicos que se utilizan para medir y documentar con precisión diversos fenómenos.
- En el ámbito del conocimiento científico de precisión, el objetivo final es lograr el más alto nivel de precisión. Este objetivo sólo puede lograrse utilizando un lenguaje adecuado, suficiente, unívoco, metódico y decidido.
- Al profundizar en la comprensión que va más allá del nivel superficial, se busca descubrir las razones y motivaciones subyacentes detrás de varios fenómenos. Esta búsqueda del conocimiento va más allá de lo superficial y, en cambio, se enfoca en comprender la intrincada red de causalidad que gobierna el mundo. Está impulsado por una curiosidad genuina y el deseo de desentrañar los misterios que nos rodean, brindándonos una comprensión más profunda del porqué de las cosas. Al explorar las complejidades de la causa y el efecto, podemos captar la verdadera esencia y la explicación detrás de los sucesos y sucesos que dan forma a nuestra realidad.
- Para lograr la objetividad, es necesario que haya acuerdo entre los observadores. Este acuerdo no solo asegura la confiabilidad sino también la consistencia entre diferentes observadores, posibilitando la posibilidad de realizar comparaciones entre experiencias subjetivas.
- El concepto de imparcialidad se refiere a un estado de ser imparcial y justo, donde las decisiones y acciones de uno no están influenciadas por ideologías personales, prejuicios o apegos emocionales. En otras palabras, la imparcialidad implica la capacidad de mantener una perspectiva objetiva, desprovista de inclinaciones subjetivas que puedan nublar el juicio o dificultar el logro de la verdadera equidad y justicia.

Es un principio fundamental que sustenta varios aspectos de nuestras vidas, desde el sistema legal hasta la administración pública, y es crucial para garantizar que todas las personas reciban un trato equitativo y sin ningún tipo de discriminación. La imparcialidad se logra cuando las personas pueden dejar de lado sus creencias personales, nociones preconcebidas y sesgos emocionales, lo que les permite evaluar las situaciones de manera objetiva y tomar decisiones basadas únicamente en los méritos y la evidencia disponible. Este compromiso con la imparcialidad es esencial para fomentar la confianza, mantener la armonía social y defender los principios de igualdad y justicia en la sociedad.

- La precisión y la credibilidad de los resultados se pueden confirmar realizando el experimento nuevamente para garantizar que se obtengan los mismos resultados. Este proceso de verificación se puede lograr a través de la repetibilidad, que implica realizar exactamente el mismo experimento varias veces, o la replicación, que implica realizar un experimento similar utilizando diferentes métodos o configuraciones para validar los hallazgos originales. Al emplear estas medidas, los investigadores pueden establecer la confiabilidad de sus resultados y mejorar la confiabilidad de sus investigaciones científicas.
- Un aspecto clave a considerar es la relación de la información, que implica la capacidad de conectar e integrar varios hechos en sistemas cohesivos. Esto significa que las personas que poseen fuertes habilidades de relacionabilidad son expertas en encontrar conexiones entre diferentes piezas de información, lo que les permite crear entendimientos completos y completos. Al relacionar hechos e integrarlos en sistemas más grandes, estas personas pueden dar sentido a conceptos complejos y proporcionar análisis perspicaces. Esta habilidad es particularmente valiosa en campos como la investigación, donde la capacidad de sintetizar información de varias fuentes es esencial para generar ideas innovadoras y lograr avances significativos.
- El enfoque sistemático se caracteriza por una forma metódica y estructurada de tratar y comprender las complejidades de la realidad
- La comunicación ofrece el resultado de la investigación de forma comprensible y comunicativa.
- Esto es explicación racional y predicción.

Conclusión

Las Teorías de Piaget y de Vygotsky para el desarrollo cognitivo se refiere a la serie de cambios que tienen lugar en los procesos de pensamiento y habilidades de un individuo, particularmente durante sus años de desarrollo, lo que conduce a un aumento en el conocimiento y las habilidades relacionadas con la percepción, el pensamiento, la comprensión y el autocontrol. Él creía firmemente que el desarrollo cognitivo implica cambios en la capacidad de un niño para razonar y dar sentido a su entorno. En la teoría de Piaget, se cree que la forma en que los niños piensan en cada etapa es fundamentalmente diferente de la forma en que piensan en las demás. Según Piaget, los individuos de todas las edades, incluidos los niños, tienen una tendencia natural a organizar su comprensión del mundo a través de lo que él llamó esquemas.

Es importante señalar que el desarrollo cognitivo no implica únicamente la construcción de nuevos esquemas; implica también la reorganización y diferenciación de los existentes. En consecuencia, Piaget introdujo los conceptos de asimilación y acomodación para describir cómo los niños se adaptan a su entorno, en relación a la asimilación que implica encajar nueva información en marcos o esquemas mentales existentes. Este proceso de dar forma activamente a la nueva información para que se ajuste a los esquemas existentes es la asimilación. La teoría de Piaget postula que el conocimiento se desarrolla a través de una serie de etapas, y cada etapa representa un cambio distinto y significativo en el pensamiento. Piaget creía que el pensamiento representacional juega un papel crucial para facilitar el desarrollo rápido del lenguaje durante la etapa preoperacional. En otras palabras, argumentó que el pensamiento precede al desarrollo lingüístico. Esta capacidad de usar palabras para referirse a objetos que no están físicamente presentes se conoce como funcionamiento semiótico o pensamiento representacional.

Referencias bibliográficas

Acosta Triviño, G., Rivera Acevedo, L. y Acosta Triviño, M. (2009). *Desarrollo del Pensamiento Lógico Matemático*. FUNDACIÓN PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR SAN MATEO.

Arboleda, L. C., (2002). El problema didáctico y filosófico de la desaxiomatización de las matemáticas. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 3(7), 59-84.

Antunes, C. (2004). *Las Inteligencias múltiples como estimularlas y desarrollarlas*. México: Alfaomega.

Ballester, P. (2004). *Evaluar y atender la diversidad de los alumnos desde las inteligencias múltiples*. Tesis doctoral (no publicada). Universidad de Murcia.

BARCELÓ ASPEITIA, A. A. (2003). ¿Qué tan matemática es la lógica matemática?. *Diánoia*, XLVIII(51), 3-28.

Berdoneau, C. (2008). *Matemáticas activas (2-6 años)*. Barcelona: Graó.

Briceño Díaz, F. A., & Bonilla Botia, I. (2006). El punto "C" de los Algoritmos. Los Algoritmos y la Inteligencia Lógico Matemáticas. *PROSPECTIVA*, 4(1), 9-14.

Chandía, E., Huencho, A., Pérez, C., Ortiz, A., & Cerda, G. (2022). Habilidades cognitivas y sociales en la resolución de problemas matemáticos de forma colaborativa. *Uniciencia*, 36(1), 1-26.

Dávila Newman, G. (2006). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. *Laurus*, 12(Ext), 180-205.

Defaz Cruz, G. (2017). El desarrollo de habilidades cognitivas mediante la resolución de problemas matemáticos. *Journal Of Science And Research: Revista Ciencia E Investigación*, 2(5), 14-17.

Doria, L. A. P., & Nisperuza, E. P. F. (2022). El aprendizaje basado en problemas (ABP) en la educación matemática en Colombia. Avances de una revisión documental. *Revista Boletín Redipe*, 11(2), 318-328.

Escamilla González, A. (2014). *Las inteligencias múltiples: Claves y propuestas para su desarrollo en el aula*. Barcelona: Graó.

Espinosa, D., (2008). La formación matemática en la educación superior. El Hombre y la Máquina, (31), 52-63.

Ferrándiz, C. (2003). *Evaluación y desarrollo de la competencia cognitiva: un estudio desde el modelo de las inteligencias múltiples*. Murcia: Servicio de Publicaciones: Universidad de Murcia.

Ferrándiz, C., Bermejo, R., Sainz, M., Ferrando, M., & Prieto, M. D. (2008). Estudio del razonamiento lógico-matemático desde el modelo de las inteligencias múltiples. *Anales de Psicología*, 24(2), 213-222.

Gardner, H. (1983). *Frames of mind. New York: Basic Books. (Traducción castellano, Estructuras de la mente. La teoría de las Inteligencias Múltiples. México: Fondo de Cultura Económica, 1987. Última Edición 2001).*

GÓMEZ, R. 2012. *La web 2.0 como herramienta didáctica de apoyo en el proceso de enseñanza aprendizaje*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. España.

GUZMÁN y CASTRO. 2005. *La Red Universal Digital*. Ed. Ramón Areces, Madrid.

Kramer, E.E. (1982). *The Nature and Growth of Modern Mathematics*. Princeton University Press, Princeton.

Láinez Mora, K. (2017). *Incidencias de las estrategias metodológicas activas en el desarrollo del pensamiento lógico matemático de la básica Media de la Escuela de Educación Básica Dr. Carlos Camacho Navarro*. [Proyecto de grado, Universidad de Guayaquil].

Larreal Bracho, A. J. (2015). Herramientas de comunicación para el desarrollo de la inteligencia lógica matemática. *Opción*, 31(3), 715-734.

LUCA, H. (s/f). La formación del profesorado como docentes en los espacios virtuales de aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación*, 36(1).

Mayer, R. E. (1992). *Thinking, problem solving, cognition*. WH Freeman. Times Books/Henry Holt & Co.

Morado, R. (1984). *La rivalidad en lógica*. Diánoia, Fondo de Cultura Económica/UNAM, México.

Piaget, J. (1969). *Science of Education and the Psychology of the Child*. Paris: Editions Denoel.

Polya, G. (1987). *Cómo plantear y resolver problemas*. Editorial Trillas.

Quiridumbai, M. N. T., & Fernández-Reina, M. (2022). Concepciones sobre el pensamiento lógico matemático: una revisión teórica. *Impacto Científico*, 17(1), 123-138.

RELPE. 2010. Aprendizaje cooperativo e interacción asíncrona textual en contextos educativos virtuales. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 36.

Sánchez Huete, J. C. (2014). La inteligencia lógico matemática: Las matemáticas no se aprenden, se hacen razonando. *Educación y futuro: revista de investigación aplicada y experiencias educativas*.

Valbuena-Duarte, S., Padilla-Escorcia, I., & Rodríguez-Bossio, E. (2021). Reconocer la inteligencia lógico-matemática en estudiantes con capacidades excepcionales. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (49), 53-72.

Zapatera, A. (2018). Cómo alumnos de educación primaria resuelven problemas de generalización de patrones. Una trayectoria de aprendizaje. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 21(1), 87-115.

Depósito Legal Nro. 202309732

ISBN: 978-612-5124-14-2



www.editorialmarcaribe.es

Contacto: +51932604538 / +5491127955080
LIMA – PERÚ



MAR CARIBE
EDITORIAL

**LA INTELIGENCIA LÓGICA
MATEMÁTICA: CAPACIDAD
DEDUCTIVA Y HABILIDADES
COGNITIVAS**

LIBRO DE INVESTIGACIÓN

DEPÓSITO LEGAL NRO. 202309732