

**Artículo de investigación**

**Cómo citar:** Ramírez-Olaya, L. C. J. y Restrepo Ladino, G. (2024). Percepciones sobre ciencia y tecnología de niñas, niños y adolescentes en la estrategia Laboratorios STEAM Bogotá. *PRA*, 24(36), 156–184. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.praxis.24.36.2024.156-184>

**ISSN:** 0124-1494

**eISSN:** 2590-8200

**Editorial:** Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO

**Recibido:** 12 marzo 2024

**Aceptado:** 24 abril 2024

**Publicado:** 13 mayo 2024

**Conflicto de intereses:** los autores han declarado que no existen intereses en competencia.

# Percepciones sobre ciencia y tecnología de niñas, niños y adolescentes en la estrategia Laboratorios STEAM Bogotá

Perceptions of science and technology of children and adolescents in the STEAM Laboratories Bogotá strategy

Percepções de ciência e tecnologia de crianças e adolescentes na estratégia STEAM Laboratories Bogotá

## Resumen

La Secretaría de Educación del Distrito de Bogotá y el Instituto UNNO del Parque Científico de Innovación Social de UNIMINUTO iniciaron la implementación del proyecto “Laboratorios STEAM Bogotá”, financiado por el Sistema General de Regalías, para la promoción de percepciones públicas favorables sobre las ciencias y las tecnologías en niñas, niños y adolescentes. El artículo presenta los resultados de la evaluación de las actitudes hacia las ciencias y tecnología de alumnos en escolaridad obligatoria. La metodología empleada fue no experimental, transversal descriptiva y se focalizó en 900 estudiantes desde los grados transición a once en 56 colegios públicos de Bogotá.

Los resultados indican una disminución significativa en las actitudes favorables hacia las ciencias y tecnología al avanzar en la escolaridad, especialmente, en el paso de primaria a bachillerato; y las mujeres mostraron resultados ligeramente inferiores que los hombres, pero las diferencias no son significativas. La Encuesta de Actitudes Hacia las Ciencias y Tecnología Escolares es válida y confiable, fácil de implementar en varios niveles educativos y se propone como un instrumento de medición que permite la trazabilidad a docentes e investigadores en la enseñanza de las ciencias.

Las tendencias observadas indican la necesidad de intervenciones educativas tempranas, particularmente, durante los primeros años de la educación secundaria, abogando por intervenciones pedagógicas mediante ambientes de aprendizaje STEAM y metodologías activas.

### Luis Carlos Javier Ramírez-Olaya

Instituto UNNO, Parque Científico de Innovación Social. UNIMINUTO.  
luicro@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-5700-7575>  
Colombia

### Giovanna Restrepo Ladino

Instituto UNNO, Parque Científico de Innovación Social. UNIMINUTO.  
giovanna0503@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-7168-9998>  
Colombia



**Palabras clave:** actitud del estudiante, enseñanza de las ciencias, escolaridad obligatoria, evaluación, identidad científica, vocación científica.

### Abstract

The Secretaría de Educación del Distrito de Bogotá and the Instituto UNNO within the Parque Científico de Innovación Social at UNIMINUTO have initiated the "Laboratorios STEAM Bogotá" project, funded by the General System of Royalties, aimed at fostering positive public perceptions of science and technology among children and adolescents. This article presents the findings from an assessment of students' attitudes toward science and technology within the compulsory schooling system. The employed methodology was non-experimental, cross-sectional, and descriptive, encompassing a cohort of 900 students ranging from transitional grades to eleven across 56 public schools in Bogotá.

The results reveal a noteworthy decline in favorable attitudes toward science and technology with educational progression, particularly evident during the transition from elementary to high school. Additionally, while female respondents exhibited marginally lower outcomes compared to their male counterparts, these differences did not achieve statistical significance. The Survey of Attitudes Toward School Science and Technology demonstrates validity, reliability, and ease of application across diverse educational tiers, thus offering a valuable measurement tool facilitating tracking for educators and science education researchers.

The identified trends underscore the imperative for early educational interventions, especially during the initial years of secondary schooling, advocating for pedagogical interventions leveraging STEAM learning environments and active methodologies.

**Keywords:** student attitude, science education, compulsory schooling, assessment, scientific identity, scientific vocation.

### Resumo

A Secretaría de Educación del Distrito de Bogotá y el Instituto UNNO del Parque Científico de Innovación Social de UNIMINUTO iniciaram a implementação do projeto "Laboratorios STEAM Bogotá", financiado pelo Sistema Geral de Royalties, para promover percepções públicas favoráveis da ciência e da tecnologia entre crianças e adolescentes.

O artigo apresenta os resultados da avaliação das atitudes face à ciência e à tecnologia dos alunos da escolaridade obrigatória. A metodologia utilizada foi não-experimental, descritiva transversal e centrou-se em 900 alunos da transição para o 11º ano em 56 escolas públicas de Bogotá. Os resultados indicam uma diminuição significativa das atitudes favoráveis em relação à ciência e à tecnologia à medida que a escolaridade avança, especialmente na transição do ensino primário para o secundário; e as mulheres apresentaram resultados ligeiramente inferiores aos dos homens, mas as diferenças não são significativas. O Inquérito às Atitudes Escolares em Ciência e Tecnologia é válido e fiável, fácil de aplicar em vários níveis de ensino e propõe-se como

um instrumento de medida que permite a rastreabilidade para professores e investigadores em educação científica.

As tendências observadas indicam a necessidade de intervenções educativas precoces, nomeadamente nos primeiros anos do ensino secundário, preconizando intervenções pedagógicas através de ambientes de aprendizagem STEAM e de metodologias activas.

**Palavras-chave:** atitude do aluno, educação científica, escolaridade obrigatória, avaliação, identidade científica, vocação científica.

## Introducción

La construcción de explicaciones científicas sobre los fenómenos naturales y sociales benefician el desarrollo humano, pero se ven influenciadas por las percepciones individuales y colectivas que impactan la comprensión y aceptación de la ciencia y tecnología, pues son fundamentales para el progreso y la toma de decisiones informadas (West & Bergstrom, 2021).

El Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología con el apoyo de Colciencias realizó estudios sobre la percepción pública de estas áreas en los años 1994, 2004 y 2012; en la última investigación, las representaciones de los docentes configuraban las percepciones de los estudiantes a través de sus métodos de enseñanza y actitudes (Daza-Caicedo *et al.*, 2014). Sin embargo, la falta de encuestas recientes a nivel nacional deja un vacío en la comprensión de la percepción actual acerca de este tema, especialmente en el contexto educativo que ha experimentado transformaciones tecnológicas y de innovación impulsadas por la pandemia del coronavirus (Leal Fonseca *et al.*, 2022; Ministerio de Educación Nacional [MEN], 2021; Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones [MinTIC], 2023; Ramírez-Montoya, 2020).

A nivel local, la investigación de Ramírez-Olaya y Peñalosa Jiménez (2021) destaca percepciones estereotipadas sobre los científicos entre algunos estudiantes de colegios públicos en Bogotá y esta visión persiste y se acentúa a lo largo de la escolaridad; por lo tanto, los investigadores subrayan la necesidad de brindar una perspectiva más diversa de la actividad científica.

La escuela como agente transformador de la cultura debe emprender acciones para reducir la brecha entre las ciencias y la percepción de los estudiantes. La adopción del enfoque STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, arte, matemáticas, por sus siglas en inglés) en la educación interdisciplinaria, es una estrategia para reducir dicha brecha y hacer frente a los retos del siglo XXI, mediante el desarrollo de competencias y actitudes (Hsu *et al.*, 2022; Mancipe Rojas, 2023) para la toma de decisiones y la comprensión de fenómenos (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2023, Rojas *et al.*, 2023; UNESCO, 2022).

En Colombia, las iniciativas STEM/STEAM escolares se han centrado en el desarrollo de competencias científicas, ciudadanas, computacionales y de pensamiento crítico, junto a la promoción de actitudes positivas mediante el uso de metodologías activas (Rojas *et al.*, 2023), pero la disminución de estudiantes en carreras STEM (; Secretaría de Educación del Distrito [SED], 2023; Sistema Nacional de Información de la Educación Superior [SNIES], 2021) se destaca por la consideración de elementos afectivos precursores de la vocación científica y tecnológica (Fortus *et al.*, 2022; Palmer *et al.*, 2017). Puesto que las percepciones de la población infantil y juvenil pueden influir en la elección de carreras STEAM (Bennett & Hogarth, 2009; Calabrese, *et al.*, 2013; Stets *et al.*, 2017; Tai *et al.*, 2006).

Ahora bien, desde el 2021, Bogotá fue declarada Territorio STEM como una estrategia de impacto colectivo creada por la Secretaría de Educación del Distrito y, en este contexto, para el 2023, el proyecto “Laboratorios STEAM Bogotá” indagó las actitudes escolares hacia la ciencia y tecnología en los estudiantes focalizados, para promover elementos afectivos positivos en la identidad científica y estimular el interés por las disciplinas STEAM (Atkins *et al.*, 2020; Fortus *et al.*, 2022; Guzey *et al.*, 2014; Palmer *et al.*, 2017).

## **Identidad científica y actitudes hacia la ciencia escolar**

La identidad científica es construida mediante la interiorización de experiencias en un contexto particular (Vincent-Ruz & Schunn, 2018). Para la OECD (2023), esta se compone de tres atributos: i) capital científico, ii) actitudinal y iii) ambiental, que incluyen el interés por la ciencia y conciencia por problemas contemporáneos. Además, la identidad científica tiene un impacto positivo en la probabilidad de ingresar a una ocupación afín e intermedia con otros factores relacionados para el éxito educativo (Stets *et al.*, 2017), particularmente en mujeres (Atkins *et al.*, 2020; Calabrese, *et al.*, 2013).

La actitud es un componente que abarca dimensiones afectivas, cognitivas y conductuales que influyen en la percepción del individuo sobre la ciencia (Mao *et al.*, 2021; Summers & Abd-El-Khalick, 2018), por lo que se considera un concepto complejo y se cree que tiene propiedades multidimensionales (Zhang & Campbell, 2011).

Según la OECD (2023), las actitudes hacia la ciencia están constituidas por el autoconcepto, la autoeficacia, la motivación instrumental y el disfrute de la ciencia. El desarrollo de actitudes positivas es esencial para involucrar a los estudiantes en acciones relacionadas con las ciencias al abordar problemáticas en diferentes niveles contextuales y la toma de decisiones (OECD, 2023; UNESCO, 2022).

El establecimiento del significado en las actitudes hacia la ciencia o científicas está relacionado con elementos afectivos (Fortus *et al.*, 2022; Zhang & Campbell, 2011) y con la dimensión estética del aprendizaje de las ciencias que se asocia a diferentes sentimientos y emociones como, por ejemplo, el interés, la disposición y el asombro (Wickman *et al.*, 2022). En un sentido amplio, la estética relacionada con las áreas STEAM puede favorecer el compromiso con estas disciplinas (Wickman *et al.*, 2022), al reflexionar en torno a connotaciones sociales mediadas por la educación artística y cultural (Graham, 2021; Mancipe Rojas, 2023; Puentes *et al.*, 2020), que junto al enfoque de investigación + creación brinda soluciones a problemas de indagación a través de experiencias creativas y estimula cruces entre el arte, la ciencia y la tecnología (MinCiencias, 2021).

## Evaluación de las actitudes hacia la ciencia

La OECD (2023) incorpora la identidad científica en la evaluación de estudiantes al reconocer su impacto en la participación activa donde la indagación de actitudes es relevante, pero la diversidad de instrumentos y su implementación en diferentes contextos tiene desafíos, como, por ejemplo, su extensión puede plantear problemas en la administración, asimismo, se sugiere el reporte de las propiedades psicométricas (Allen *et al.*, 2022; Kennedy *et al.*, 2016; Toma & Lederman, 2022; Toma & Meneses Villagrà, 2019).

Proyectos internacionales para evaluar actitudes hacia la ciencia como ROSE y ROSES han abordado factores afectivos en el aprendizaje de la ciencia (Mid Sweden University, 2022; Schreiner & Sjøberg, 2019; Sjøberg & Schreiner, 2019). Sin embargo, la disponibilidad limitada de instrumentos contextualizados en español de fácil implementación en varios niveles escolares resalta la necesidad de herramientas adaptadas

a la realidad local. De los instrumentos recientes en español se identifican los trabajos de Aguilera y Perales-Palacios (2019), Toma y Meneses Villagrà, (2019), Gómez-Motilla y Ruiz-Gallardo (2016), Navarro *et al.* (2016), Ramírez-Olaya *et al.* (2018), Molina-Caballero *et al.* (2017) y Molina *et al.* (2013); los tres últimos fueron implementados en Colombia. En inglés, se destacan los instrumentos de Summers y Abd-El-Khalick (2018), Hillman *et al.* (2016), Kennedy *et al.* (2016), Guzey *et al.* (2014) y Sabah *et al.* (2013).

Esta investigación propone encuestas contextualizadas para evaluar la percepción hacia la ciencia y tecnología escolares desde preescolar hasta bachillerato. Además, busca demostrar la confiabilidad y validez para proporcionar datos sobre las actitudes de los estudiantes, fundamentales para orientar intervenciones pedagógicas efectivas y promover una identidad científica positiva que influya en las elecciones de carreras STEM/STEAM (Atkins *et al.*, 2020; Bennett & Hogarth, 2009; Calabrese *et al.*, 2013; Palmer *et al.*, 2017; Stets *et al.*, 2017; Tai *et al.*, 2006).

## Metodología

La investigación fue no experimental, transversal descriptiva (Álvarez-Risco, 2020) y la actitud de los estudiantes se evaluó antes de la intervención pedagógica. La población para el 2023 fue de 725.795 alumnos matriculados en colegios públicos de Bogotá (MEN, 2023) y la muestra a conveniencia se definió en 900 estudiantes focalizados de 56 colegios, distribuidos en comunidades de práctica (tabla 1).

**Tabla 1.** Comunidades de práctica Laboratorios STEAM

Categoría	Cursos	Estudiantes	Edad(años)
Exploradores	Transición, primero, segundo	240	5 a 8
Investigadores	Tercero, cuarto, quinto	220	8 a 10
Aventureros	Sexto, séptimo, octavo	230	11 a 13
Excursionistas	Noveno, décimo, once	210	14 a 18

Fuente: elaboración propia.

## **Desarrollo de la Encuesta de Actitudes Hacia la Ciencia y la Tecnología Escolares (EAHCTE)**

La revisión de literatura sobre evaluación de actitudes hacia las ciencias permitió seleccionar un instrumento adecuado a las necesidades. Como antecedente para la construcción de la EAHCTE, se tomó como referencia la SSAS (Encuesta de Actitudes Hacia la Ciencia Escolar, en su traducción al español), desarrollada por Kennedy *et al.* (2016) y utilizada por Ramírez-Olaya *et al.* (2018), junto a Toma y Meneses Villagrá (2019) en una versión en español. La elección de la SSAS se basó en la inclusión de los principales constructos actitudinales (OECD, 2023) y la facilidad de implementación en entornos con limitaciones de tiempo, junto a la adaptabilidad en escolaridad obligatoria.

Se ajustaron cuatro versiones de la EAHCTE para cada categoría, realimentadas por la SED. Incluyen 10 ítems distribuidos en 6 Constructos Actitudinales —CA— (Kennedy *et al.*, 2016):

### **Unidimensionales:**

- *Intención de inscribirse en cursos de ciencia y tecnología* (ítem 4): identifica el deseo de participación.
- *Disfrute de la ciencia y la tecnología* (ítem 2): reconoce la percepción emocional.
- *Dificultad percibida de la ciencia y tecnología* (ítem 10): determina la dificultad con la que son vistas estas áreas. En Aventureros y Excursionistas este ítem es de valencia negativa.
- *Percepción de eficacia en ciencias y tecnología* (ítem 5): establece la autoeficacia en estas áreas.

### **Multidimensionales:**

- *Utilidad de la ciencia y la tecnología para la profesión futura*. Esta contiene dos dimensiones: *Utilidad de estas áreas para la elección de profesiones* (ítem 1) y *Percepción de profesiones científicas como interesantes* (ítem 6).
- *Relevancia general de las ciencias y tecnología*. Comprende dos subconstructos: *Relevancia de estas áreas para la sociedad* (ítem 7) y *Relevancia personal* que incluye tres

dimensiones: i) *Deseo personal de aprender sobre ciencias naturales* (ítem 8); ii) *Aplicación a situaciones cotidianas* (ítem 3); iii) *Intención del estudiante por aprender sobre ciencias y tecnología utilizadas cotidianamente* (ítem 9).

Para evaluar la validez de contenido (Toma & Lederman, 2022), se realizó un panel de expertos compuesto por dos docentes, dos investigadores educativos y un psicómetra, que revisaron las versiones de la EAHCTE en relevancia y coherencia de las preguntas con los CA y realizaron sugerencias. Dada la diversidad de las edades y el nivel escolar, se realizó un piloto acompañado con un estudiante de cada curso y se efectuó una entrevista para validar la idoneidad de los ítems.

En las categorías Excursionistas, Aventureros e Investigadores, siete ítems son de escala Likert con cinco opciones de respuesta y tres preguntas de diferencial semántico. En Investigadores, las respuestas fueron ajustadas con imágenes de rostros (caras) para expresar valencia emocional y que los estudiantes seleccionarán sin utilizar necesariamente intermediarios verbales. En Exploradores, las respuestas se redujeron de cinco a tres opciones y se incluyeron caras: muy triste (no), neutra (no sé) y sonriente (sí) en ocho preguntas, y dos corresponden a diferencial semántico. El uso de caras para mediar en la respuesta de niños está documentado, tal como lo mencionan (Gómez-Motilla y Ruiz-Gallardo, 2016).

## **Recolección de datos**

La implementación de la EAHCTE fue digital con Lime Survey en octubre de 2023 y acompañada por el docente, con la indicación para el estudiante de leer cada pregunta y marcar la respuesta que este seleccionara, aclarando que no había correctas o incorrectas. En las categorías Exploradores e Investigadores, se leyeron los ítems en voz alta, con una pausa para darles tiempo de responder. El diligenciamiento tomó entre 5 y 12 minutos.

## **Análisis de datos**

La información fue sistematizada en Excel. Se realizaron análisis descriptivos, inferenciales, de confiabilidad (alfa de Cronbach) y factorial confirmatorio para la validez de los CA, según el modelo teórico, con programas estadísticos: LERTAP5 (Laboratory of Educational Research Test Analysis Package) y Jamovi2.3.21.

## Resultados

La EAHCTE proporcionó información sobre la percepción de los estudiantes. Se indagó cómo variaron las actitudes por género o cursos y se describen los resultados por categorías.

### Categoría Exploradores

Estaba compuesta por 60,4 % niñas y 39,6 % niños. El desempeño (porcentaje promedio de actitudes positivas) en la EAHCTE por sexo respectivamente de 89,5 % y 92 %, pero la diferencia no es estadísticamente significativa. El resultado por cursos evidenció diferencias entre los grados transición (89,4 %), primero (93,2 %) y segundo (87,3 %). El comportamiento psicométrico de la EAHCTE (tabla 2) presentó un desempeño promedio excelente y una buena confiabilidad (Toro *et al.*, 2022).

**Tabla 2.** Resultado psicométrico de la EAHCTE-Exploradores.

Resumen estadístico	Resultado	Porcentaje
Participantes(n)	240	
Media-promedio	<b>27,15</b>	(90,5 %)
Desviación estándar	3,79	(12,6 %)
Varianza	14,44	
Confiabilidad-coeficiente alfa	<b>0,81</b>	
Error estándar de medición	1,67	(5,6 %)

Fuente: elaboración propia.

La validez de la EAHCTE-Exploradores se verificó con un análisis factorial confirmatorio y se obtuvieron dos índices de ajuste incrementales: CFI (Comparative Fit Index): 0.974 y TLI (Tucker-Lewis Index): 0.951, que resultan óptimos (Jordan Muiños, 2021). Además, el índice de ajuste absoluto SRMR (Standardized Root Mean Square Residual): 0.0317, representa un buen acoplamiento de los CA al modelo teórico (Jordan Muiños, 2021). La tabla 3 indica el resumen estadístico para las preguntas: la desviación estándar (s.d.) y la correlación (cor.) para todos los ítems fueron adecuadas. Asimismo, se muestra la frecuencia de las respuestas y la media.

**Tabla 3.** Frecuencia de respuesta y estadísticos por pregunta de la EAHCTE-Exploradores

Preguntas	Respuestas			media	s.d.	cor.
1. Cuando sea grande me servirá saber sobre animales o computadores:	1. No	2. No sé	3. Sí	2,80	0,55	0,49
	7%	6%	87%			
2. Pienso que saber sobre seres vivos y cómo funcionan las máquinas o medios de transporte es:	1. Aburrido	2. No sé	3. Divertido	2,70	0,62	0,47
	8%	14%	78%			
3. Para mi vida saber sobre seres vivos y no vivos:	1. No sirve	2. No sé	3. Sí sirve	2,63	0,69	0,49
	13%	12%	76%			
4. Cuando sea grande me gustaría aprender más sobre computadores, robots o seres vivos.	1. No	2. No sé	3. Sí	2,76	0,62	0,54
	10%	3%	87%			
5. Pienso que soy bueno o buena para nombrar y clasificar figuras geométricas, cosas y seres vivos (plantas y animales).	11%	12%	77%	2,65	0,67	0,46
6. Que yo sea científica o científico debe ser chévere o divertido.	8%	11%	81%	2,74	0,59	0,48
7. Los médicos o científicos con sus herramientas ayudan a mejorar nuestras vidas.	9%	5%	85%	2,76	0,60	0,41
8. Me gustaría aprender sobre las plantas y animales de mi entorno o barrio.	7%	5%	88%	2,82	0,53	0,52
9. Me gustaría saber cómo funcionan los electrodomésticos de mi casa (como el televisor o la nevera).	10%	4%	86%	2,77	0,61	0,52
10. Me parece fácil nombrar o diferenciar los seres vivos de los no vivos, por ejemplo, los animales, las plantas y el agua.	17%	14%	69%	2,52	0,77	0,47

Fuente: elaboración propia.

## Categoría Investigadores

Esta categoría estuvo compuesta por 67,3 % de niñas y 32,7 % de niños. El desempeño en la EAHCTE por sexo fue respectivamente de 83,61 % y 85,64 %, pero la diferencia no es significativa. El resultado por cursos tampoco presentó diferencias significativas: tercero (83,37 %), cuarto (84,79 %) y quinto (84,38 %). El comportamiento psicométrico de la EAHCTE (tabla 4) evidenció un desempeño promedio y confiabilidad buenos (Toro *et al.*, 2022).

**Tabla 4.** Resultado psicométrico de la EAHCTE-Investigadores.

Resumen estadístico	Resultado	Porcentaje
Participantes(n)	220	
Media-promedio	<b>42,14</b>	(84,3 %)
Desviación estándar	6,76	(13,5 %)
Varianza	45,86	
Confiabilidad (coeficiente alfa)	<b>0,84</b>	
Error estándar de medición	2,69	(5,4 %)

Fuente: elaboración propia.

La validez de la EAHCTE en la categoría Investigadores se verificó con un análisis factorial confirmatorio y se obtuvieron dos índices de ajuste incrementales: CFI: 0.917 y TLI: 0.845; un valor  $\geq$  a .90 es adecuado (Jordan Muiños, 2021). Además, el índice de ajuste absoluto SRMR: 0.0463, representa un buen acoplamiento de los CA al modelo teórico (Jordan Muiños, 2021). La tabla 5 indica el resumen estadístico de las preguntas: la desviación estándar (s.d.) y la correlación (cor.) para todos los ítems fueron adecuadas. Igualmente, se presenta la frecuencia de las respuestas y la media.

**Tabla 5.** Frecuencia de respuesta y estadísticos por pregunta de la EAHCTE-Investigadores.

Preguntas	Respuestas					media	s.d.	cor.
	1. Muy inútiles	2. Inútiles	3.No sé	4. Útiles	5. Muy útiles			
1. Para el empleo o profesión que tendré cuando sea grande, los conocimientos en ciencias y tecnología vistos en el colegio serán	3%	1%	13%	26%	57%	4,332	0,941	0,539
2. Pienso que las ciencias y la tecnología son:	1. Muy aburridas 4%	2. Aburridas 0%	3. No sé 9%	4. Divertidas 26%	5. Muy Divertidas 60%	4,395	0,940	0,464
3. Creo que para mi vida diaria o cotidiana la ciencia y la tecnología son	1. Muy inútiles 3%	2. Inútiles 1%	3. No sé 12%	4. Aplicables 23%	5. Muy Aplicables 61%	4,373	0,957	0,541
4. Cuando esté en bachillerato me gustaría tomar un curso para saber más sobre ciencias o tecnología	1. Nada de acuerdo 5%	2. Poco de acuerdo 3%	3. Ni de acuerdo, ni en desacuerdo 16%	4. Muy de acuerdo 29%	5. Completamente de acuerdo 47%	4,105	1,088	0,504
5. Pienso que soy bueno o buena para las ciencias y la tecnología	4%	7%	22%	24%	44%	3,959	1,137	0,462
6. Que yo sea científica o científico debe ser interesante	5%	4%	20%	25%	46%	4,018	1,144	0,545
7. La ciencia y la tecnología ayudan a mejorar nuestras vidas	4%	5%	18%	20%	54%	4,159	1,098	0,582
8. Me gustaría aprender sobre las plantas y animales de mi entorno	5%	2%	7%	19%	66%	4,391	1,071	0,513
9. Me gustaría aprender sobre la electricidad y cómo se usa en la casa	3%	5%	14%	23%	55%	4,223	1,053	0,581
10. Me parece fácil hacer las actividades y tareas de la clase de ciencias y tecnología	4%	3%	20%	20%	54%	4,182	1,068	0,642

Source: own.

## Categoría Aventureros

Estuvo compuesta por 63 % de mujeres y 37 % de hombres. El desempeño en la EAHCTE por sexo fue respectivamente de 72,59 % y 75,55 %, pero la diferencia no es significativa. El resultado por cursos tampoco presentó diferencias significativas: sexto (74,42 %), séptimo (72,39 %) y octavo (76,20 %). El comportamiento psicométrico de la EAHCTE (tabla 6) evidenció un desempeño promedio y confiabilidad aceptables (Toro *et al.*, 2022), pero si en el ítem 10 se invierte la polaridad (pasa de negativo a positivo) la confiabilidad sube a 0,80.

**Tabla 6.** Resultado psicométrico de la EAHCTE-Aventureros.

Resumen estadístico	Resultado	Porcentaje
Participantes(n)	230	
Media-promedio	<b>36,84</b>	(73,7 %)
Desviación estándar	7,11	(14,2 %)
Varianza	50,83	
Confiabilidad (coeficiente alfa)	<b>0,77</b>	
Error estándar de medición	3,42	(6,8 %)

Fuente: elaboración propia.

La validez de la EAHCTE-Aventureros se verificó con un análisis factorial confirmatorio y se obtuvieron dos índices de ajuste incrementales: CFI: 0.906 y TLI: 0.824; un valor  $\geq$  a .90 es adecuado (Jordan Muiños, 2021). Además, el índice de ajuste absoluto SRMR: 0.0502, representa un buen acoplamiento de los CA al modelo teórico (Jordan Muiños, 2021). La tabla 7 indica el resumen estadístico de las preguntas: la desviación estándar (s.d.) y la correlación (cor.) para todos los ítems fueron adecuadas, salvo la baja correlación del ítem 10. De igual forma, se muestra la frecuencia de las respuestas y la media.

**Tabla 7.** Frecuencia de respuesta y estadísticos por pregunta de la EAHCTE-Aventureros.

Preguntas	Respuestas					Media	s.d.	cor.
	1. Muy inútiles	2. Inútiles	3. No sé	4. Útiles	5. Muy útiles			
1. Para el empleo o profesión que me gustaría cuando sea grande, los conocimientos en ciencias y tecnología vistos en el colegio serán	11%	8%	15%	33%	33%	3,687	1,308	0,347
2. Pienso que las ciencias y la tecnología son	1. Muy aburridas 6%	2. Aburridas 4%	3. No sé 14%	4. Divertidas 44%	5. Muy Divertidas 32%	3,917	1,074	0,452
3. Creo que para mi vida diaria o cotidiana la ciencia y la tecnología son	1. Muy inútiles 15%	2. Inútiles 4%	3. No sé 6%	4. Aplicables 41%	5. Muy Aplicables 33%	3,743	1,354	0,469
4. Me gustaría tomar un curso de estudio en ciencias o tecnología cuando esté en grado décimo y once	1. Nada de acuerdo 9%	2. Poco de acuerdo 13%	3. Ni de acuerdo, ni en desacuerdo 18%	4. Muy de acuerdo 30%	5. Completamente de acuerdo 30%	3,600	1,277	0,674
5. Creo que tengo altas capacidades para las ciencias y la tecnología	6%	16%	20%	33%	27%	3,587	1,194	0,470
6. Trabajar como científica o científico debe ser interesante	10%	10%	18%	34%	28%	3,604	1,256	0,470
7. La ciencia y la tecnología trasforman positivamente nuestras vidas	6%	7%	19%	38%	30%	3,809	1,114	0,516
8. Me gustaría aprender sobre los ecosistemas de mi entorno	7%	13%	17%	28%	36%	3,748	1,247	0,496
9. Me gustaría aprender sobre la electricidad y cómo se usa en la casa	6%	7%	17%	33%	37%	3,896	1,149	0,523
10. Se me dificulta realizar las actividades y ejercicios de las clases de ciencias y tecnología	27%	22%	20%	13%	19%	3,252	1,453	0,052

Fuente: elaboración propia.

## Categoría Excursionistas

Estuvo compuesta por 61,9 % de mujeres y 38,1 % de hombres. El desempeño en la EAHCTE por sexo fue respectivamente de 74,4 % y 75,18 %, pero la diferencia no fue significativa. El resultado por cursos tampoco presentó diferencias significativas (significancia 0,07): noveno (74,73 %), décimo (75,80 %) y once (68,88 %). El comportamiento psicométrico de la EAHCTE (tabla 8) evidenció un desempeño promedio y confiabilidad aceptables, pero cuestionables (Toro *et al.*, 2022); si en el ítem 10 se invierte la polaridad la confiabilidad sube a 0,74.

**Tabla 8.** Resultado psicométrico de la EAHCTE-Excursionistas.

Resumen estadístico	Resultado	Porcentaje
Participantes(n)	210	
Media-promedio	<b>37,35</b>	(74,7 %)
Desviación estándar	5,44	(10,9 %)
Varianza	29,76	
Confiabilidad (coeficiente alfa)	<b>0,66</b>	
Error estándar de medición	3,18	(6,4 %)

Fuente: elaboración propia.

La validez de la EAHCTE-Excursionistas se verificó con un análisis factorial confirmatorio y se obtuvieron dos índices de ajuste incrementales: CFI: 0.913 y TLI: 0.837; un valor  $\geq$  a .90 es adecuado (Jordan Muiños, 2021). Igualmente, el índice de ajuste absoluto SRMR: 0.0570, representa un buen acoplamiento de los CA al modelo teórico (Jordan Muiños, 2021). La tabla 9 indica el resumen estadístico de las preguntas: la desviación estándar (s.d.) y la correlación (cor.) para todos los ítems fueron adecuadas, salvo la correlación negativa del ítem 10. Además, se muestra la frecuencia de las respuestas y la media.

**Tabla 9.** Frecuencia de respuesta y estadísticos por pregunta de la EAHCTE-Excursionistas.

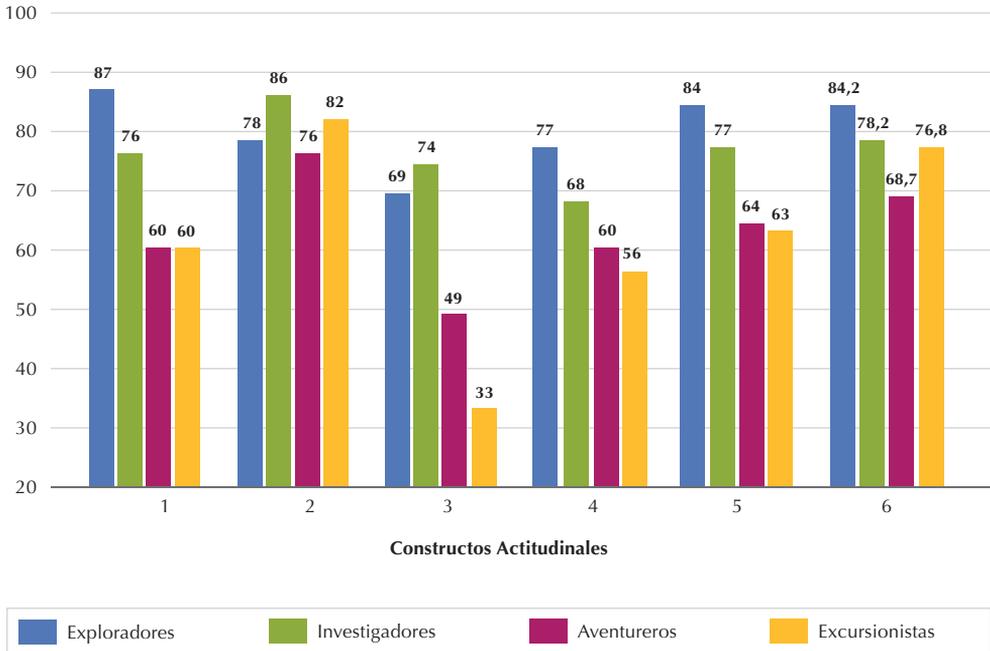
Preguntas	Respuestas					Media	s.d.	cor.
	1. Muy inútiles	2. Inútiles	3. No sé	4. Útiles	5. Muy útiles			
1. Para la profesión que pienso seguir, los conocimientos en ciencias y tecnología vistos en el colegio serán:						3,66	1,27	0,18
	12%	6%	14%	40%	28%			
2. Pienso que la ciencia y la tecnología son:	1. Muy frustrantes	2. Frustrantes	3. No sé	4. Emocionantes	5. Muy emocionantes	3,99	1,05	0,52
	7%	2%	9%	50%	32%			
3. Creo que para mi vida diaria o cotidiana la ciencia y la tecnología son:	1. Muy inútiles	2. Inútiles	3. No sé	4. Aplicables	5. Muy Aplicables	3,87	1,21	0,25
	10%	5%	8%	44%	33%			
4. Me gustaría tomar cursos de profundización en ciencias o tecnología	1. Nada de acuerdo	2. Poco de acuerdo	3. Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	4. Muy de acuerdo	5. Completamente de acuerdo	3,64	1,12	0,45
	8%	5%	28%	36%	24%			
5. Considero que tengo excelentes habilidades y competencias para las ciencias y la tecnología	3%	11%	30%	35%	21%	3,60	1,04	0,47
6. Desempeñarme como científica o científico debe ser interesante	5%	7%	30%	36%	22%	3,64	1,05	0,42
7. Los avances científicos y tecnológicos son fundamentales para mejorar la calidad de vida	4%	3%	11%	36%	46%	4,15	1,03	0,48
8. Me gustaría aprender sobre la biodiversidad de mi país	3%	3%	19%	40%	36%	4,02	0,97	0,47
9. Me gustaría aprender sobre física o química y cómo se usan en la casa	2%	9%	28%	33%	29%	3,78	1,02	0,48
10. Percibo muy difíciles las actividades y ejercicios de las clases de ciencias y tecnología	12%	21%	36%	18%	13%	3,01	1,19	- 0,27

Fuente: elaboración propia.

En la figura 1, se identifica el resultado en los seis Constructos Actitudinales (CA) de la EAHCTE por categorías y se describen a continuación:

1. La *intención de inscribirse en más cursos de ciencia y tecnología* (ítem 4) disminuye un 11 % entre las categorías Exploradores e Investigadores, y en el paso de primaria a secundaria la disminución es del 16 %; es decir que, en bachillerato menos estudiantes desean participar en estas áreas en el colegio o más allá del final de la escolaridad.
2. El *disfrute de la ciencia y la tecnología* (ítem 2) se mantiene entre 86 % (Investigadores) y el 76 % (Aventureros), con un repunte en Excursionistas (82 %).
3. La *dificultad percibida de la ciencia y tecnología* (ítem 10) aumenta con el paso de primaria a secundaria, puesto que la percepción de facilidad disminuye 25 % entre Investigadores y Aventureros, más una reducción del 16 % en Excursionistas.
4. La *percepción de eficacia en ciencias y tecnología* (ítem 5) disminuye con el paso de las categorías; menos alumnos creen ser buenos o piensan que tienen capacidades en estas áreas; respectivamente se reduce 9 % en primaria, 8 % con el paso a secundaria y 4 % en bachillerato.
5. La *utilidad de la ciencia y la tecnología para la carrera o profesión futura* (ítems 1 y 6) disminuye con el paso de las categorías y es más notoria entre primaria y secundaria con una reducción del 13 % de los estudiantes que consideran útiles e interesantes estas áreas.
6. La *percepción de relevancia general de las ciencias y tecnología escolares* (ítems 3, 7, 8 y 9) disminuye 7 % entre las categorías de Exploradores e Investigadores. En el paso de primaria a secundaria se reduce 9,5 %, pero hay un aumento de 8,1 % en Excursionistas.

**Figura 1.** Resultados porcentuales de los seis Constructos Actitudinales de la EAHCTE por categorías.



Fuente: elaboración propia.

Finalmente, con el total de los resultados porcentuales obtenidos en la EAHCTE en todas las categorías se determinó que los datos son no paramétricos (Shapiro-Wilk  $p < .001$ ) y con la prueba Kruskal-Wallis ( $\chi^2$ : 265. gl: 3.  $p < .001$ ) se estableció que existen diferencias significativas. Al comparados a dos entre categorías (Dwass-Steel-Critchlow-Fligner) se determinaron diferencias significativas ( $p < .001$ ) entre Exploradores y el resto de las categorías, junto a Investigadores con respecto a Aventureros y Excursionistas.

## Discusión y conclusiones

La evaluación de la percepción hacia las ciencias y la tecnología es central para comprender la identidad científica y la toma de decisiones vocacionales de los alumnos (OECD, 2023; UNESCO, 2022). Diversos instrumentos se han desarrollado para cuantificar las actitudes hacia las ciencias, pero la EAHCTE se destaca porque permite la medición eficiente en toda la escolaridad obligatoria.

La cuantificación de constructos actitudinales con un solo ítem facilita encuestas más breves para los estudiantes (Allen *et al.*, 2022; Kennedy *et al.*, 2016; Toma & Meneses Villagrá, 2019). Aunque esta aproximación genera controversia, la evidencia sugiere que las medidas de un solo ítem pueden ser confiables cuando los constructos están bien definidos (Allen *et al.*, 2022; Kennedy *et al.*, 2016; Toma & Meneses Villagrá, 2019).

El análisis factorial confirmatorio respalda y valida la EAHCTE y los seis CA en todas las categorías. Además, se ajusta a estándares actuales para la medición de actitudes, demostrando coherencia teórica, confiabilidad y consistencia interna (Kennedy *et al.*, 2016; Toro *et al.*, 2022; Toma & Meneses Villagrá, 2019), por lo que la encuesta es adecuada para diferentes niveles educativos.

Sin embargo, la EAHCTE presenta limitaciones al carecer de preguntas de control, junto a la confiabilidad aceptable, pero cuestionable (Toro *et al.*, 2022) de la EAHCTE-Excursionistas, puesto que la correlación negativa en el ítem 10 en bachillerato, relacionado con la dificultad percibida de la ciencia, podría deberse a interpretaciones ambivalentes y a la formulación negativa del ítem que plantea desafíos, sugiriendo la necesidad de investigaciones adicionales (Sabah *et al.*, 2013).

Los resultados revelan una disminución significativa en las actitudes hacia la ciencia y la tecnología escolares a medida que los estudiantes avanzan en su educación, especialmente en el paso de primaria a bachillerato (reducción del 10,6 %), alineándose con hallazgos previos (Bennett & Hogarth, 2009; Molina *et al.*, 2013; Ramírez-Olaya *et al.*, 2018), por lo que el declive es más notable en la categoría Aventureros durante los primeros años de la educación secundaria, coincidiendo con la importancia de este período de edad para moldear actitudes (Bennett & Hogarth, 2009; Tai *et al.*, 2006).

Aunque las diferencias de género no son significativas en los Laboratorios STEAM, la atención a las actitudes menos positivas de las mujeres es decisiva para fomentar la participación en profesiones STEM (Guzey *et al.*, 2014; Palmer *et al.*, 2017), junto a intervenciones para mejorar la percepción de eficiencia, utilidad y relevancia de las ciencias, son necesarias, especialmente, durante la adolescencia (Palmer *et al.*, 2017). Asimismo, los docentes pueden promover la construcción de percepciones positivas en los estudiantes por medio de metodologías activas de enseñanza y sus actitudes (Daza-Caicedo *et al.*, 2014; Gómez-Motilla & Ruiz-Gallardo, 2016).

También, la conexión entre interés y compromiso (Fortus *et al.*, 2022) destaca la posible influencia de los ambientes de aprendizaje y comunidades de práctica promovidos por los Laboratorios STEAM Bogotá, en la identidad científica de los estudiantes al intervenir en cómo se perciben y son percibidos mientras participan en actividades STEAM (Vincent-Ruz & Schunn, 2018; West & Bergstrom, 2021) al combinar el uso consciente de tecnologías y la innovación para preparar a las nuevas generaciones en los retos del siglo XXI.

La atención a aspectos socioculturales, ecológicos y estéticos en los ambientes de aprendizaje STEAM puede favorecer el compromiso con estas áreas (Graham, 2021; Mancipe Rojas, 2023; Puentes *et al.*, 2020; Wickman *et al.*, 2022) por medio del enfoque de investigación + creación que estimula cruces entre el arte, la ciencia y la tecnología (MinCiencias, 2021); especialmente considerando la influencia de las redes sociales en los patrones de cambio de actitudes en la escolaridad obligatoria (Leal Fonseca *et al.*, 2022; Mid Sweden University, 2022).

En definitiva, la EAHCTE emerge como una herramienta consistente para medir la percepción y los resultados indican la necesidad de intervenciones durante los primeros años de la educación secundaria, para contrarrestar la disminución de actitudes positivas hacia las ciencias y tecnología escolares, junto a abordar las diferencias de género y aprovechar la influencia de ambientes de aprendizaje STEAM para fomentar la identidad científica diversa (Ramírez-Olaya y Peñaloza Jiménez, 2021; Vincent-Ruz & Schunn, 2018). Asimismo, en suma, con el interés continuo en profesiones asociadas a las ciencias (Stets *et al.*, 2017). Por tanto, este tipo de mediciones pueden ser una fuente para la toma de decisiones de política científica y educativa.

## Declaraciones

**Agradecimientos:** A la Dirección de Ciencias, Tecnologías y Medios Educativos de la Secretaría de Educación Distrital, en especial a Mabel Ayure, Diana González y Ricardo Triana por sus aportes y realimentación del proceso de investigación.

**Financiamiento:** El proyecto Laboratorios STEAM Bogotá (Código BPIN: 2021000100398) fue financiado por el Sistema General de Regalías y ejecutado por la Secretaría de Educación Distrital y el instituto UNNO del Parque Científico de Innovación Social.

**Contribución de actores:** Luis Ramírez-Olaya: conceptualización; curación de datos; análisis formal; investigación; metodología; visualización; escritura. Giovanna Restrepo Ladino: Administración de proyecto; Ajustes al documento; Validación.

**Aprobación ética:** La investigación fue aprobada por el comité regional de ética de investigación del Parque Científico de Innovación Social el 28 de agosto de 2023. Los estudiantes aceptaron el asentimiento para su participación voluntaria y los padres o acudientes firmaron un consentimiento informado adquirido por escrito.

**Conflicto de interés:** No existe.

## Referencias

- Aguilera, D., y Perales-Palacios, F. J. (2019). Actitud hacia la ciencia: desarrollo y validación estructural del School Science Attitude Questionnaire (SSAQ). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(3), 310301-310320. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92058878007>
- Allen, M., Iliescu, D., & Greiff, S. (2022). Single item measures in Psychological Science. *European Journal of Psychological Assessment*, 38(1), 1-5. <https://doi.org/10.1027/1015-5759/a000699>
- Álvarez-Risco, A. (2020). *Clasificación de las investigaciones*. Repositorio Institucional Universidad de Lima. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/10818>
- Atkins, K., Dougan, B., Dromgold-Sermen, M., Potter, H., Sathy, V., & Panter, A. (2020). "Looking at myself in the future": how mentoring shapes scientific identity for STEM students from underrepresented groups. *International Journal of STEM Education*, 7(42). <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00242-3>
- Bennett, J., & Hogarth, S. (2009). Would you want to talk to a scientist at a party? High school students' attitudes to school science and to science. *International Journal of Science Education*, 31(14), 1975-1998. <https://doi.org/10.1080/09500690802425581>
- Calabrese, A., Kang, H., Tan, E., O'Neill, T., Bautista-Guerra, J., & Brecklin, C. (2013). Crafting a future in science: tracing middle school girls' identity work over time and space. *American Educational Research Journal*, 50(1), 37-75. <https://doi.org/10.3102/0002831212458142>
- Daza-Cacedo, S., Lozano-Borda, M., Bueno, E. M., Gómez-Morales, Y. J., Salazar, M., Jaime, A., Aguirre, J. P., Rueda, R., Franco-Avellaneda, M., Rincón, O., Pérez-Bustos, T., Farías, D., Suárez, M., R., Osorio, C. y Sistemas Especializados de Información. (2014). *Percepciones de las ciencias y las tecnologías en Colombia. Resultados de la III Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecno-*

*logía*. Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.  
<http://repositorio.colciencias.gov.co/handle/11146/291>

Fortus, D., Lin, J., Neumann, K., & Sadler, T. D. (2022). The role of affect in science literacy for all. *International Journal of Science Education*, 44(4), 535-555. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2036384>

Gómez-Motilla, C. y Ruiz-Gallardo, J. (2016). El rincón de la ciencia y la actitud hacia las ciencias en educación infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 643-666. <https://rodin.uca.es/handle/10498/18503>

Graham, M. (2021). The disciplinary borderlands of education: Art and STEAM education. *Journal for the Study of Education and Development*, 44(4), 769-800. <https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1926163>

Guzey, S., Harwell, M., & Moore, T. (2014). Development of an instrument to assess attitudes toward Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). *School Science and Mathematics*, 114(6), 271-279. <https://doi.org/10.1111/ssm.12077>

Hillman, S., Zeeman, S., Tilburg, C., & List, H. (2016). My Attitudes Toward Science (MATS): The development of a multidimensional instrument measuring students' science attitudes. *Learning Environments Research*, 19(2), 203-219. <https://doi.org/10.1007/s10984-016-9205-x>

Hsu, T-C., Chang, Y-S., Chen, M-S., Tsai, I-F., & Yu, C-Y. (2022). A validity and reliability study of the formative model for the indicators of STEAM education creations. *Education and Information Technologies*, 28(), 8855-8878. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11412-x>

Jordan Muiños, F. M. (2021). Valor de corte de los índices de ajuste en el análisis factorial confirmatorio. *Psocial*, 7(1), 66-71. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=672371335005>

Kennedy, J., Quinn, F., & Taylor, N. (2016). The school science attitude survey: A new instrument for measuring attitudes towards school science. *International Journal of Research &*

*Method in Education*, 39(4), 422-445. <https://doi.org/10.1080/1743727X.2016.1160046>

LealFonseca, D., GuarínMuñoz, L. y MoralesVelásquez, E. (2022). *Políticas digitales en educación en Colombia*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000384129>

Mancipe Rojas, J. A. (2023). Aproximación a los conceptos de arte, tecnología y su integración en STEAM. *Praxis Pedagógica*, 22(33), 170–201. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.praxis.22.33.2022.170-201>

Mao, P., Cai, Z., He, J., Chen, X., & Fan, X. (2021). The relationship between attitude toward science and academic achievement in Science: A three-level meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2021.784068>

Mid Sweden University. (2022, 19 de julio). ROSES in brief. *Mid Sweden University*. <https://www.miun.se/en/Research/researchgroups/roses/about/>

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación [MinCiencias]. (2021). *Modelo de Medición de Grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico o de Innovación y de Reconocimiento de Investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Dirección de Generación de Conocimiento. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. <https://minciencias.gov.co/sistemas-informacion/modelo-medicion-grupos>

Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2021). *Plan de transformación digital*. Ministerio de Educación Nacional. [https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-413730\\_recurso\\_16.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-413730_recurso_16.pdf)

Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2023, 28 de febrero). Seguimiento a matrícula. *Ministerio de Educación Nacional*. <https://n9.cl/c391r>

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones [MinTIC]. (2023, 13 de octubre). MinTIC le apuesta a la transformación tecnológica del país a través de la edu-

cación digital. *Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. <https://n9.cl/3zsz6>

Molina, M., Carriazo, J. y Casas, J. (2013). Estudio transversal de las actitudes hacia la ciencia en estudiantes de grados quinto a undécimo. Adaptación y aplicación de un instrumento para valorar actitudes. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (33), 103-122. <https://doi.org/10.17227/01213814.33ted103.122>

Molina-Caballero, M., Casas-Mateus, J. A. y Rivera-Rodríguez, J. C. (2017). Actitudes hacia la ciencia en bachilleres de colegios distritales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 13(2), 101-121. <https://doi.org/10.17151/rlee.2017.13.2.7>

Navarro, M., Förster, C., González, C., & González-Pose, P. (2016). Attitudes toward science: Measurement and psychometric properties of the Test of Science-Related Attitudes for its use in Spanish-speaking classrooms. *International Journal of Science Education*, 38(9), 1459-1482. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1195521>

Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2023). *Pisa 2025 Science Framework (Draft)*. OECD Publishing. <https://n9.cl/666m0y>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2022). *El estudio ERCE 2019 y los niveles de aprendizaje en ciencias: ¿Qué nos dicen y cómo usarlos para mejorar los aprendizajes de los estudiantes?* UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000382746>

Palmer, T., Burke, P., & Aubusson, P. (2017). Why school students choose and reject science: A study of the factors that students consider when selecting subjects. *International Journal of Science Education*, 39(6), 645-662. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1299949>

Puentes, E., Osorio, R., Loboguerrero, C., Rodríguez, L., Jacanamijoy, C., Zolezzi, A., Arenas, E. y Hernández, Ó. (2020). *Arte, cultura y conocimiento: propuestas del foco de industrias creativas y culturales* (vol. 8). Editorial Pontificia Universidad Javeriana. <https://n9.cl/7ine3>

- Ramírez-Montoya, M. S. (2020). Transformación digital e innovación educativa en Latinoamérica en el marco del COVID-19. *Campus Virtuales*, 9(2), 123-139. <https://hdl.handle.net/11285/636842>
- Ramírez-Olaya, L., Peñalosa Jiménez, G. y Moreno, P. J. (2018). *Actitudes, emociones y naturaleza de la ciencia en la educación científica*. Instituto Distrital de las Artes [Idartes]. <https://n9.cl/uhs8gj>
- Ramírez-Olaya, L., y Peñalosa Jiménez, G. (2021). Representaciones sobre la ciencia, la actividad científica y los científicos en niños y jóvenes. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (núm. extra), 1334-1343. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15339>
- Rojas, J., Martín, J., Garibello, B., García, P., Franco, J., y Manrique, C. (2023). Avances de la vinculación del modelo STE(A)M en el sistema educativo español, estadounidense y colombiano: una revisión sistemática de literatura. *Revista Española de Educación Comparada*, (42), 318-336. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8765207>
- Sabah, S., Hammouri, H., & Akour, M. (2013). Validation of a scale of attitudes toward Science across countries using Rasch model: Findings from TIMSS. *Journal of Baltic Science Education*, 12(5), 692. 10.33225/jbse/13.12.692
- Schreiner, C., & Sjøberg, S. (2019, octubre). *The ROSE Project (The Relevance of Science Education) Western youth and science. ROSE Final Report, part 2*. University of Oslo. <https://n9.cl/5mcrs>
- Secretaría de Educación del Distrito [SED]. (2023, 13 de mayo). Estudiantes mujeres de colegios de Bogotá recibieron orientación para el futuro profesional en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas. *Secretaría de Educación del Distrito*. <https://n9.cl/qihv5r>
- Sistema Nacional de Información de la Educación Superior [SNIES]. (2021). *Información Poblacional*. Ministerio de Educación Nacional. <https://hecaa.mineducacion.gov.co/consultaspublicas/content/poblacional/index.jsf>

- Sjøberg, S. & Schreiner, C. (2019). *The ROSE Project. The development, key findings and impacts of an international low cost comparative project. Final Report, part 1*. University of Oslo. <https://n9.cl/6xhha>
- Stets, J., Brenner, P., Burke, P., & Serpe, R. (2017). The science identity and entering a science occupation. *Social Science Research*, 64, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2016.10.016>
- Summers, R., & Abd-El-Khalick, F. (2018). Development and validation of an instrument to assess student attitudes toward science across grades 5 through 10. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(2), 172-205. <https://doi.org/10.1002/tea.21416>
- Tai, R., Qi Liu, C., Maltese, A., & Fan, X. (2006). Planning early for careers in Science. *Science*, 312(5777), 1143-1144. <https://doi.org/10.1126/science.1128690>
- Toma, R., & Lederman, N. (2022). A comprehensive review of instruments measuring attitudes toward Science. *Research in Science Education*, 52(2), 567-582. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09967-1>
- Toma, R., & Meneses Villagrà, J. (2019). Validation of the single-items Spanish-School Science Attitude Survey (S-SSAS) for elementary education. *PLOS ONE*, 14(1), e0209027. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209027>
- Toro, R., Peña-Sarmiento, M., Avendaño-Prieto, B. L., Mejía-Vélez, S., & Bernal-Torres, A. (2022). Análisis empírico del Coeficiente Alfa de Cronbach según opciones de respuesta, muestra y observaciones atípicas. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación-e Avaliação Psicológica*, 2(63), 17. [10.21865/RIDEP63.2.02](https://doi.org/10.21865/RIDEP63.2.02)
- Vincent-Ruz, P., & Schunn, C. (2018). The nature of science identity and its role as the driver of student choices. *International Journal of STEM Education*, 5(1), 48. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0140-5>
- West, J., & Bergstrom, C. (2021). Misinformation in and about science. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(15), e1912444117. <https://doi.org/10.1073/pnas.1912444117>

Wickman, P., Prain, V., & Tytler, R. (2022). Aesthetics, affect, and making meaning in science education: An introduction. *International Journal of Science Education*, 44(5), 717-734. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1912434>

Zhang, D., & Campbell, T. (2011). The psychometric evaluation of a three-dimension elementary science attitude survey. *Journal of Science Teacher Education*, 22(7), 595-612. <https://doi.org/10.1007/s10972-010-9202-3>