

# Determinantes del desempeño en la prueba específica de pensamiento científico en el componente de matemáticas y estadística

Alberto Montalvo C.<sup>1</sup>  
Yeimmy K. Serrano L.<sup>2</sup>  
Julio César León L.<sup>3</sup>  
José Hermes Martínez S.<sup>4</sup>  
Jairo Andrés Coral C.<sup>5</sup>  
<sup>1-3</sup> Universitaria Agustiniana  
<sup>4,5</sup> Universidad Santo Tomas  
Colombia

El presente capítulo expone los factores determinantes de la prueba de Pensamiento Científico en el componente de Matemáticas y Estadística. Se considera la información a nivel de individuo e institución de 21883 estudiantes que presentaron las pruebas para el periodo 2017. Las variables incluidas a nivel de individuo son: género, capacitación para la prueba, índice de nivel socioeconómico, grupo de referencia y desempeño en razonamiento cuantitativo y de institución: método (en modalidad presencial u otra), origen de la institución (pública o privada) y carácter de la institución de educación superior (universidad u otra). A partir de un modelo jerárquico lineal de dos niveles; nivel uno, de individuo y dos, de institución, se determina la contribución de cada una de las variables para la prueba de pensamiento científico, resultando todas ellas significativas. Pruebas estadísticas de diferencia de medias confirman la existencia de diferencias significativas para cada uno de los grupos de agregación (género, capacitación para la prueba, grupo de referencia, método, origen y carácter). Se confirma un aporte positivo en los desempeños de la prueba para los estudiantes hombres, que estudian en modalidad presencial, en instituciones de carácter universitario públicas. Contrario a lo que se supone, el hecho de prepararse para el examen, genera una disminución en los desempeños de la prueba específica, al igual que pertenecer al programa de ingeniería. La contribución de la prueba de razonamiento cuantitativo es de medio punto en la prueba de pensamiento científico. A mayor nivel socioeconómico, mayores desempeños en la prueba.

## 1. INTRODUCCIÓN

La educación tiene como función social el desarrollo de las capacidades en los estudiantes, lo que les permite afrontar exigencias del medio en el cual se desenvuelven: en el ámbito social, personal y laboral (De la Ossa, V., De la Ossa, A., 2010). Las matemáticas como elemento de las ciencias básicas contribuyen al desarrollo del pensamiento humano, además de aportar herramientas para la comprensión de otras áreas del conocimiento, lo que facilita así mismo su relación con el entorno. En este sentido, el presente capítulo busca dimensionar la relación existente entre la competencia matemática en los estudiantes universitarios, a través de los resultados de la prueba Razonamiento Cuantitativo del examen SABER PRO y el desempeño en la competencia específica de Pensamiento Científico en las áreas de Matemáticas y Estadística, para ello se consideran los estudiantes que presentaron los dos pruebas antes mencionadas para el periodo 2017, con base en ello y análisis previos, se pretende comprobar relaciones estadísticamente significativas y generar un modelo que dé cuenta del desempeño en las pruebas Pensamiento Científico y Razonamiento Cuantitativo, considerando a su vez variables de individuo y sociodemográficas.

Con el fin de sustentar la relación propuesta se expone un soporte teórico que justifica la investigación. Se parte de examinar perspectivas del concepto de calidad, las cuales se vinculan al desarrollo de políticas públicas en el contexto de seguimiento y control al servicio educativo, entre las cuales está la prueba de estado, que se aplica en niveles de educación básica, media y superior con la denominada prueba SABER PRO, prueba que se compone de competencias genéricas y específicas. La primera la integran la prueba de Razonamiento cuantitativo junto con otras, y en la segunda, entre otras, está la prueba de Pensamiento Científico.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Calidad de la educación

El término calidad posee diferentes acepciones, acorde con el contexto en el cual se hace uso. Para el caso, educativo hay diferentes perspectivas; búsqueda permanente del mejoramiento del proceso, de las competencias técnicas que se relacionan con el cumplimiento satisfactorio de los fines de la educación (Carabaña y Torreblanca, en Álvarez Tostado, 1991); valor que se le atribuye a un proceso o a un producto de este ámbito, lo que compromete un juicio en tanto se afirma algo comparativamente respecto de otro (Edwards, 1991, p.16); conjunto de propiedades inherentes a la educación, que permiten evaluarla, es decir, juzgar el valor de su realidad (Vidal, 2007); asociación a la equidad y su vinculación con los elementos que le inciden para ser mejorado un determinado proceso (Lawrence y Green, 1980).

<sup>1</sup> [alberto.montalvo@uniagustiniana.edu.co](mailto:alberto.montalvo@uniagustiniana.edu.co)

<sup>2</sup> [yeimmy.serrano@uniagustiniana.edu.co](mailto:yeimmy.serrano@uniagustiniana.edu.co)

<sup>3</sup> [vice.investigaciones@uniagustiniana.edu.co](mailto:vice.investigaciones@uniagustiniana.edu.co)

<sup>4</sup> [josemartinez@usantotomas.edu.co](mailto:josemartinez@usantotomas.edu.co)

<sup>5</sup> [jairocoral@usantotomas.edu.co](mailto:jairocoral@usantotomas.edu.co)

Morgan y Mitchell (1988) indican que existen por lo menos seis puntos de vista para definir calidad de educación: 1) Cuando se relaciona la calidad con la excelencia académica con los alcances económicos o políticos (Heyneman, 1986); 2) Centrado en la lógica del proceso educativo y el manejo de su estructura con el fin de avanzar en la productividad del proceso; 3) Cuando se identifican los productos educativos, los límites expuestos por el contexto, las posibilidades que estos tienen y las opciones de desarrollo del proceso educativo (Pescador, 1983); 4) Al reconocer las destrezas de los profesores para promover avances en los alcances de los estudiantes tras considerar relevante las condiciones particulares de la escuela y del contexto educativo en la cual se encuentra. (Cohen, 1981; Edmonds, 1982); 5) Al identificar el currículo como elemento fundamental del proceso educativo; y 6) al entremezclar los aspectos antes mencionados con el fin de cumplir fines propuestos. Esta última situación hace que las seis perspectivas se relacionen.

Aunque en el contexto de la educación superior nacional siempre se ha relacionado la calidad con el desarrollo de una serie de condiciones o aspectos asociados a la puesta en marcha de programas académicos y al soporte institucional necesario para lograrlo, recientemente, con la expedición del Decreto 1330 de 2019, se introdujo una definición más concreta. De acuerdo a este, la calidad *hace referencia a los resultados académicos, a los medios y procesos empleados, a la infraestructura institucional, a las dimensiones cualitativas y cuantitativas del mismo y a las condiciones en que se desarrolla cada institución* (MEN, 2019). Es decir, involucra el resultado, la manera como se logra, la capacidad instalada al servicio de ésta y plantea una visión mixta para su evaluación

## 2.2 Prueba de estado y Prueba SABER PRO

Con el fin de fortalecer la calidad educativa, el estado colombiano propone el Decreto 1781 de 2003, el cual reglamenta los *Exámenes de Estado de Calidad de la Educación Superior, ECAES, de los estudiantes de los programas académicos de pregrado*. Este examen definido como *pruebas académicas de carácter oficial y obligatorio, ... para evaluar la calidad del servicio público educativo*, además establece un marco normativo que fija los parámetros y criterios que rigen la organización y funcionamiento del sistema de evaluación de calidad de la educación, por tanto, medir el nivel de cumplimiento de sus objetivos y buscar el mejoramiento continuo de la educación, el Congreso de la República emite el Decreto Ley 1324 de 2009.

Acorde al Decreto 3963 de 2009, se presentan cambios en las aplicaciones de la prueba ECAES 2011 que ahora se denomina SABER PRO, cuya finalidad es la de evaluar y reportar los niveles de desarrollo de habilidades y saberes tanto generales como particulares de los estudiantes que ya han aprobado al menos el 75% de los créditos de su programa profesional. De esta manera, los estudiantes presentan un examen de Estado Saber Pro con el cual se pretende evaluar las competencias genéricas, independiente del programa de estudio y los avances alcanzados por los saberes propios del programa. Este último se evalúa con la prueba de competencias específicas

## 2.3 Competencias genéricas

La prueba de competencias genéricas pretende examinar los avances en: 1) Lectura Crítica, 2) Razonamiento Cuantitativo, 3) Competencias Ciudadanas, 4) Comunicación Escrita, y 5) inglés. Por su lado, la prueba de competencias específicas, la estructura el ICFES en 40 módulos, de los cuales las Instituciones de Educación Superior pueden definir, si lo consideran a bien, la presentación entre 1 y 3 módulos. Con el fin de facilitar la selección de los módulos, los programas están organizados en Grupos de Referencia (MEN, 2017).

El razonamiento cuantitativo, según define el ICFES (2015), es *el conjunto de elementos de las matemáticas, sean estos conocimientos o competencias, que permiten a un ciudadano tomar parte activa e informada en los contextos social, cultural, político, administrativo, económico, educativo y laboral* en tanto, este proceso tiene como marco de referencia el concepto de competencia como *conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, comprensiones y disposiciones cognitivas, socio afectivas y psicomotoras apropiadamente relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible, eficaz y con sentido de una actividad o de cierto tipo de tareas en contextos relativamente nuevos y retadores* (MEN, 2006, p. 49). Con la prueba de razonamiento cuantitativo se pretende identificar avances en tres competencias que involucran el razonamiento cuantitativo, las cuales se caracterizan (ICFES, 2015) de la siguiente forma:

1. *Interpretación y representación*: Con esta competencia se pretende reconocer información local o global, identificar la representación gráfica apropiada a partir de información suministrada o generar la representación gráfica o tabular de funciones en particular. Se cuestiona sobre la estimación simple tras el cálculo, aditivo o multiplicativo de expresiones básicas, el cálculo básico de datos con rangos estadísticos y la aproximación decimal. Se satisface de esta competencia al mostrar que comprende y transforma la información cuantitativa o que requiere o hace uso de objetos matemáticos expresados en formatos gráficos o esquemas.
2. *Formulación y ejecución*: se relaciona con la capacidad de generar modelos abstractos a situaciones concretas, análisis a modelos e identificar su utilidad, reconocer procesos matemáticos y evaluar resultados de sus procedimientos. Se supone que la persona evaluada posee la competencia cuando propone alternativas de solución, las ejecuta y logra soluciones satisfactorias a situaciones relacionadas con información cuantitativa.

3. *Argumentación*: que, a partir de información cuantitativa, la persona tenga la habilidad de identificar o proponer razones válidas, se reconozcan supuestos, o falacias. Por tanto, el evaluado está en competencia de identificar procedimientos matemáticos útiles para abordar y resolver situaciones, refutar o reafirmar conjeturas, argumentar o contra argumentar procesos de solución y rechazar o aceptar la validez de una solución propuesta.

## 2.4 Competencias Específicas

Las Competencias Específicas son las desarrolladas en los estudiantes según los grupos de programas con características de formación similares, las cuales se compone de 40 módulos relacionados con temas y contenidos propios de los programas cursados por los estudiantes. Estos módulos se muestran en la Figura 1.

Módulos	
Análisis de Problemáticas Psicológicas	Fundamentación en diagnóstico y tratamiento médico
Análisis Económico	Generación de Artefactos
Atención en Salud	Gestión de Organizaciones
Comunicación Jurídica	Gestión del Conflicto
Cuidado de enfermería en los ámbitos clínico y comunitario	Gestión Financiera
Diagnóstico y tratamiento en salud oral	Información y Control Contable
Diseño de Obras de Infraestructura	Intervención en Procesos Sociales
Diseño de Procesos Industriales	Investigación en Ciencias Sociales
Diseño de Sistemas de Control	Investigación Jurídica
Diseño de sistemas de manejo de impacto ambiental	Pensamiento Científico: Ciencias biológicas
Diseño de Sistemas Mecánicos	Pensamiento Científico: Ciencias de la Tierra
Diseño de sistemas productivos y logísticos	Pensamiento Científico: Ciencias físicas
Diseño de sistemas, procesos y productos agroindustriales	Pensamiento Científico: Matemáticas y estadística
Diseño de Software	Pensamiento Científico: Química
Enseñar	Procesos Comunicativos
Estudio Proyectual	Producción Agrícola
Evaluar	Producción Pecuaria
Formar	Promoción de la salud y prevención de la enfermedad
Formulación de Proyectos de Ingeniería	Proyecto de Arquitectura
Formulación, evaluación y gestión de proyectos	Salud y Bienestar Animal

Figura 1. Tabla donde se listan los módulos de las competencias específicas (ICFES, 2017)

Entre los módulos de competencias específicas está el de Pensamiento Científico, el cual pretende el avance de competencias específicas comunes a cierto grupo de programas académicos. Se examina, en los estudiantes, su capacidad para *comprender, analizar, y afrontar situaciones reales o abstractas con rigor científico* (ICFES, 2017).

## 2.5 Prueba competencia Científica

En las competencias a evaluar en el pensamiento científico se encuentran cinco módulos: Pensamiento Científico: Ciencias biológicas; Pensamiento Científico: Ciencias de la Tierra; Pensamiento Científico: Ciencias físicas; Pensamiento Científico: Matemáticas y estadística y Pensamiento Científico: Química. Las evidencias que componen cada una de las competencias se muestran en la Figura 2.

Afirmación	Evidencia
1. Adquirir e interpretar información para abordar y entender una situación problema.	1.1 Evalúa si la información o el instrumento es pertinente para abordar un estudio científico.
	1.2 Integra herramientas conceptuales, matemáticas y estadísticas para interpretar información derivada de un estudio de carácter científico.
	1.3 Interpreta información representada en gráficas, diagramas o tablas.
	1.4 Reconoce y/o estima la incertidumbre en un sistema, fenómeno o proceso.
	1.5 Representa información en gráficas, diagramas o tablas.
2. Analizar críticamente los resultados y derivar conclusiones.	2.1 Deriva conclusiones consistentes con información que la respalde.
	2.2 Evalúa la metodología o hipótesis inicial, conjeturas o posibles explicaciones a partir del análisis de los resultados.
3. Comprender, comparar, utilizar o proponer modelos que permitan describir, explicar y predecir fenómenos o sistemas.	3.1 Comprende qué es un modelo y cuál es su relación con un sistema o fenómeno dado.
	3.2 Determina las ventajas y limitaciones de usar un determinado modelo.
	3.3 Propone o utiliza modelos para obtener información, hacer inferencias o predicciones.
4. Establecer estrategias adecuadas para abordar y resolver problemas.	4.1 Propone objetivos acordes con las hipótesis o conjeturas formuladas.
	4.2 Reconoce variables y parámetros, y establece sus restricciones y utiliza información pertinente para desarrollar una estrategia de investigación.
	4.3 Selecciona estrategias apropiada para resolver un problema de investigación.
5. Plantear preguntas y proponer explicaciones o conjeturas que puedan ser abordadas con rigor científico.	5.1 Plantea preguntas adecuadas para estudiar eventos o fenómenos con rigor científico.
	5.2 Propone explicaciones o conjeturas de eventos o fenómenos que son consistentes con modelos y/o teorías científicas.

Figura 2. Tabla que relaciona las diferentes evidencias que forman parte de cada competencia (ICFES, 2017)

Los módulos son presentados con relación a programas en particular de la siguiente forma:

- *Pensamiento Científico - Ciencias biológicas*: A los programas de biología pura, ambiental, aplicada y marina; ciencias ambientales, ecología, ecología de zonas costeras, ingeniería biológica, microbiología, microbiología industrial, microbiología industrial y ambiental y programas afines.
- *Pensamiento Científico - Ciencias físicas*: A los programas de astronomía, ingeniería física, física, oceanografía física, y programas afines.
- *Pensamiento Científico - Matemáticas y estadística*: A los programas de estadística, ingeniería matemática, matemática, matemáticas aplicadas, matemáticas aplicadas y ciencias de la computación, matemáticas con énfasis en estadística y programas afines. (Prueba 9003)
- *Pensamiento Científico - Química*: A los programas de química, química ambiental, química industrial, microbiología, microbiología industrial, microbiología industrial y ambiental y programas afines.
- *Pensamiento Científico - Ciencias de la Tierra*: A los programas de ingeniería geológica, geociencias, geología, oceanografía y programas afines.

Los niveles de desempeño se proponen con el fin de generar un equivalente numérico a los alcances de los estudiantes, lo que permite generar una descripción cualitativa de las habilidades y saberes de los estudiantes, elementos que permiten dar una interpretación a los resultados de los módulos de Pensamiento Científico. Estos niveles se describen en la Figura 3.

Nivel	Descriptor general	Descriptores específicos
1 Puntaje en el módulo de 0 a 127	El estudiante que se ubica en este nivel podría reconocer y extraer información que aparece explícitamente en contextos relacionados con problemas científicos.	El estudiante que se ubica en este nivel podría: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocer formatos adecuados para la representación de información relacionada con un contexto científico.</li> <li>• Extraer información relevante de un contexto científico para resolver un problema.</li> </ul>
2 Puntaje en el módulo de 128 a 155	Además de lo descrito en el nivel anterior, el estudiante que se ubica en este nivel interpreta y analiza información que aparece en contextos científicos, con el fin de plantear y resolver problemas.	Además de lo descrito en el nivel anterior, el estudiante que se ubica en este nivel: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Define preguntas de investigación adecuadas para un problema a resolver.</li> <li>• Identifica objetivos adecuados para una pregunta de investigación.</li> <li>• Define el modelo adecuado para un fenómeno a estudiar.</li> <li>• Interpreta modelos gráficos, matemáticos o información contenida en tablas para resolver problemas.</li> <li>• Deducir conclusiones a partir de resultados representados de forma gráfica o tabular.</li> <li>• Aplica conceptos estadísticos básicos en el análisis de situaciones de investigación (medidas de tendencia central y dispersión).</li> </ul>
3 Puntaje en el módulo de 156 a 200	Además de lo descrito en los niveles anteriores, el estudiante que se ubica en este nivel evalúa el planteamiento inicial de una investigación y utiliza modelos científicos para resolver un problema.	Además de lo descrito en los niveles anteriores, el estudiante que se ubica en este nivel: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evalúa una hipótesis a partir de resultados experimentales.</li> <li>• Propone preguntas adecuadas a partir de los resultados de una investigación.</li> <li>• Valora posibles modelos para responder una pregunta de investigación.</li> <li>• Aplica conceptos estadísticos que dan cuenta de la correlación entre variables.</li> <li>• Justifica una conclusión basándose en un modelo científico.</li> </ul>
4 Puntaje en el módulo de 201 a 300	Además de lo descrito en los niveles anteriores, el estudiante que se ubica en este nivel evalúa una investigación a nivel general, el planteamiento del problema, sus estrategias, modelos, metodologías y conclusiones, examinando que exista coherencia interna.	Además de lo descrito en los niveles anteriores, el estudiante que se ubica en este nivel: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valora una estrategia de investigación utilizando los conceptos del diseño experimental.</li> <li>• Evalúa modelos aplicables a una situación específica verificando el cumplimiento de supuestos y la coherencia con información presentada en un contexto científico.</li> <li>• Valida la consistencia entre los resultados de investigaciones, los procedimientos utilizados y el alcance de las conclusiones.</li> </ul>

Figura 3. Tabla con las descripciones de los niveles de desempeño (ICFES, 2017)

## 2.6 Competencias científicas en Colombia

Las competencias científicas en Colombia son el resultado de dos procesos relacionados entre sí, por un lado, la aceptación de políticas internacionales de globalización y, por otro lado, la aplicación de estas políticas al proceso educativo colombiano (Martínez, 2003). Estos elementos, según el autor, explican la denominada *reforma educativa* expresada como las múltiples innovaciones que inciden al proceso enseñanza aprendizaje, a las instituciones educativas y con ello a los sujetos en sus contextos sociales políticas y económicas. Se hace relevante considerar examinar la forma como se relacionan y equiparan las propuestas internacionales con las nacionales, de tal manera que la propuesta sea comprendida por los profesores para que se refleje en sus prácticas pedagógicas y en los saberes científicos para un funcionamiento diferencial.

Parte de estas apuestas internacionales están en los retos globales propuestos por el Banco Mundial al proponer *...elevar el nivel de logros del estudiante en las habilidades básicas de lenguaje, matemáticas y ciencias y, al mismo tiempo, dotarlo de nuevas habilidades y competencias. Todo esto lo tienen que realizar para una mayor cantidad de estudiantes de diferentes antecedentes, experiencia, grados de motivación y preferencias. Para lograr estas metas se requiere un cambio fundamental en la forma como se adquiere el aprendizaje, así como en la relación entre estudiante y profesor* (Banco Mundial, 2008, p. 24).

Lo anterior, se ajusta a la propuesta educativa nacional que inicia con la reforma al sistema nacional de evaluación, por medio de la transformación del ICFES en su prueba SABER, además de los lineamientos y los estándares básicos de competencias en ciencias naturales, elementos que sustentan la conformación de las denominadas competencias científicas. Esto constituye la estructura de las competencias incorporadas en la educación nacional, al referirse a las competencias básicas que se conforman por las competencias científicas, ciudadanas, matemáticas y comunicativas (MEN, 2006). De esta manera se consideran, en un principio, las competencias científicas sobre la base de los lineamientos curriculares en el marco de la denominada *nueva sociedad del conocimiento* como parte fundamental de la responsabilidad del sistema educativo para promover a nivel nacional el desarrollo de capacidades humanas vinculadas al ser.

La propuesta de nueva sociedad del conocimiento busca reconocer las capacidades de hacer y ser de las personas, con base en la propuesta del Banco Mundial por esta razón se debe generar una población profesional vinculada con los avances científicos y tecnológicos que permitan fortalecer la transformación del país, por ende, aportar en el desarrollo económico desde la producción de conocimiento. Es el caso de lo indicado por el Banco Mundial, *Los logros en ciencias de los estudiantes del género masculino producen un efecto estadísticamente positivo en el crecimiento económico* (Banco Mundial, 2008, p. 27). Información inicialmente empírica que establece la baja participación de la mujer en la producción científica, elemento que será tratado dentro de esta investigación. Es relevante considerar desde esta propuesta que los sujetos formados por un sistema educativo, en particular el colombiano, tengan la capacidad de comprender la producción científica y tecnológica y así beneficiarse de la propia economía o de cualquier espacio social.

*La capacidad de uno aprender por su propia cuenta, de asumir una práctica de aprendizaje permanente y de poder enfrentarse a los riesgos y al cambio. Estas competencias son necesarias debido a la acelerada proliferación del conocimiento científico y práctico, así como al acortamiento de la vida útil del conocimiento, a la producción continua de éste y a la creciente influencia de la ciencia y la tecnología, que producen profundos cambios en la organización de las ocupaciones y la vida de las personas* (Banco Mundial, 2008, p. 24).

La idea de la responsabilidad de la educación científica desde la perspectiva de las competencias va más allá de relacionar la tarea de la escuela frente a la producción de la ciencia o a la simple transmisión de un conocimiento científico, se eleva hasta fomentar el uso autónomo del saber. De esta manera se hace responsable al sujeto por el uso autónomo colectivo del saber y en sí del desarrollo de la educación científica, razón por la cual se incluyen componentes en el marco teórico propuesto por el ICFES en asignaturas como ciencias naturales donde se propone desarrollo del trabajo en equipo.

Tal como lo establece el Banco Mundial, los procesos educativos tienen la responsabilidad de promover en los ciudadanos una comprensión por los conocimientos científicos y tecnológicos además de criterios responsables para su uso, que deben estar acordes a las necesidades del contexto social en el cual se encuentra. Se considera así que las competencias ciudadanas no sólo deben ser desarrolladas por un grupo específico sino por todas aquellas personas que están dentro de un contexto social de forma que sea manejado como un saber para todos, esto con el fin de avanzar en un proceso eficiente, innovador y competitivo. En este sentido, otro estamento que ha generado debate sobre este tema es la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE (1997, 1998), quienes promueven el desarrollo económico y el empleo. Es así como esta institución desarrolla la prueba PISA, como instrumento internacional para examinar los avances en las competencias de los estudiantes de 15 años: análisis y resolución de problemas, manejar información para abordar situaciones de la vida cotidiana. Colombia entra a participar a partir de 2009 en esta prueba. Aunque es base para la reforma de 2012 por tener en cuenta la fundamentación conceptual del análisis de las preguntas y los resultados para la construcción de los denominados estándares básicos de competencias en ciencias, propuesta que examina los niveles de avances en la competencia científica.

En la prueba PISA se comprende competencia científica como aquella que *incluye los conocimientos científicos y el uso que de esos conocimientos haga un individuo para identificar preguntas, adquirir nuevos conocimientos, explicar los fenómenos científicos y sacar conclusiones basadas en evidencias, sobre asuntos relacionados con la ciencia* (OCDE, 2006, p. 17), lo que permite a los países participantes identificar los resultados alcanzados por los estudiantes, como un recurso que ofrece información abundante y detallada para adoptar decisiones en políticas públicas necesarias para mejorar los niveles educativos (OCDE, 2006, p. 3) y de esta manera tener elementos para promover políticas públicas orientadas al mejoramiento de la educación científica y con ello permitir que *los estudiantes desarrollen actitudes que los haga proclives a atender los asuntos científicos y a adquirir y aplicar el conocimiento científico y tecnológico en su beneficio personal y en el beneficio de la sociedad* (OCDE, 2006, p. 23-24).

Por tanto, el estudiante con un desempeño adecuado en la prueba PISA evidencia competencias científicas, lo que permite identificar que *los estudiantes deben tener una actitud de gusto y curiosidad hacia los asuntos científicos, un buen manejo de los conocimientos científicos, la aceptación del pensamiento científico como vía de conocimiento y preferir el uso de información fáctica y las explicaciones racionales sobre otras de diferente índole, e inclinarse por seguir procesos lógicos para arribar a conclusiones* (2006, p.24), independiente a los saberes propios o a las actitudes críticas frente a la ciencia. De forma similar la UNESCO, por medio del Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación LLECE, promueve el Estudio Regional Comparativo y Explicativo. Colombia decide participar en la prueba SERCE de ciencias naturales 2006, año en el cual se publican los estándares básicos de competencias en científicas *Para comprender y transformar el mundo*, lo que evidencia un gran interés del gobierno de turno en asumir la prueba SERCE como línea de base o primera medición internacional de la inserción de este discurso en la reforma educativa.

La UNESCO (2009, p. 11) propone dentro de los fines de la educación científica que *la educación de base debería asegurar la adquisición de una cultura científica, en el marco de una educación para todos, que contribuya a la formación de los –futuros ciudadanos y ciudadanas– para que sepan desenvolverse en un mundo marcado por los avances científicos y tecnológicos. Y para que sean capaces de adoptar actitudes responsables, tomar decisiones fundamentadas y resolver problemas cotidianos*. La propuesta Educación científica para todos los ciudadanos permite formar y fomentar científicos del futuro, donde los saberes trascienden a las necesidades de las comunidades para *propiciar el desarrollo de capacidades o competencias variadas, ligadas también a los aspectos sociales, motrices, de relaciones interpersonales y de equilibrio personal y no solamente a lo cognitivo* (UNESCO, 2009, p. 42).

Es posible encontrar que las competencias científicas escenario educativo permitan transformar las relaciones interpersonales, el uso de las tecnologías, su aplicación y la construcción que a partir de ella se genere. Estos marcos de referencia en las competencias científicas generan la formulación de un marco curricular común con base en las competencias, elemento asumido por países como Argentina Perú y Chile, donde se puede determinar y controlar la forma cómo se desarrolla la formación del conocimiento científico por medio de la planeación curricular, herramientas didácticas y pedagógicas y la evaluación para todo el país.

En Colombia se genera un proceso diferencial por este sistema educativo en un contexto descentralizado donde el diseño curricular es establecido por las instituciones educativas razón por la cual existen múltiples formas de organización de los contenidos científicos según los intereses y necesidades de cada contexto escolar y las necesidades de las comunidades, esto a partir de unos lineamientos y orientaciones. Razón por la cual es pertinente diferenciar elementos característicos de las prácticas pedagógicas, elementos que no forman parte de este estudio. Para Colombia las competencias científicas hacen parte de un conjunto de competencias específicas dentro de ciertas carreras profesionales, aunque en ciencias naturales son consideradas parte de las competencias básicas. Es de resaltar que las políticas nacionales se han ajustado acorde a los estudios realizados por algunos expertos nacionales e internacionales que han permitido examinar los escenarios y documentos para ajustar las propuestas a una condición política y cultural del momento, tal como lo establece Jasanoff, (2003, p. 393) en su obra *algo adquirido y desplegado dentro de particulares contextos históricos, políticos y culturales. La experticia relevante para las decisiones públicas responde a específicos imperativos institucionales que varían dentro y entre los estados nación*.

Lo expuesto permite comprender la diversidad de perspectivas planteadas sobre las competencias científicas con relación a sus fines alcances y políticas dependiendo de los actores, expertos o instituciones que la abordan, lo que genera diversos discursos posturas y acciones acorde a intereses que se traducen en posicionamientos frente a la ciencia en la escuela y con ello perspectivas de la competencia científica que termina por las disposiciones políticas educativas dispuestas por el Ministerio Educación Nacional. Es de acotar que las competencias científicas llegan a Colombia a partir de 1994 con la denominada comisión de sabios colombianos que tiene la misión de identificar la relación entre la ciencia y el desarrollo para el país, elementos expuestos en el título *Colombia: al filo de la oportunidad*. El desarrollo de las competencias científicas permite avanzar en los procesos de globalización como factor asociado a la reorganización de la sociedad colombiana, permite la transformación del sistema económico y político (Pérez, 2009, p. 817). De forma general las competencias científicas son planteadas como elemento que permite la transformación desde la escuela, tal como lo expresa Llinas:

*Lo anterior requiere una reestructuración y revolución de la educación, que genere el nuevo ethos cultural, que potencie al máximo las capacidades intelectuales y organizativas de los colombianos. Una manera innovativa de entender y actuar -no el simple saber y hacer—debe permitir que se adquieran nuevas habilidades humanas, basadas en el desarrollo de múltiples saberes y talentos, tanto científicos como artísticos y literarios, y debe servir para gestar nuevas formas de organización productiva* (Llinas, en Misión Ciencia, Educación y Desarrollo, 1996, p. 31).

En tanto, Carlos Vascos indica que el fin de la educación científica por competencias, permite evaluar las habilidades de pensamiento para hacer referencia a razonamientos deductivos e inductivos, razón por la cual se debe hablar de competencias científicas (Misión Ciencia, Educación y Desarrollo, 1996, p. 99), elemento que permite la construcción de documentos políticos tales como los estándares básicos de competencias. Lo expuesto por Llinas y Vasco permite identificar cómo la educación científica por competencias es un medio para la construcción de competencias científicas y es el fin mismo donde se debe llegar. En tanto Posada (1994, p. 51), en el informe Apropiación Social de

la Ciencia y la Tecnología, apoya la *apropiación social de la ciencia y la tecnología*, por medio de la divulgación de la ciencia y la tecnología por medio de actividades de educación formal y no formal que hacen este saber popular para que se pueda transformar la forma como las comunidades ven el mundo y acceden a este saber.

Con el ánimo de aproximar la ciencia y la tecnología a las prácticas educativas se proponen los Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales (1998). En este documento se exponen lineamientos epistemológicos y pedagógicos de la denominada educación científica en la escuela; se exponen elementos básicos a desarrollar en los estudiantes en educación básica y media. Con el fin de reformar los procesos de evaluación en el área de las ciencias naturales, entre 1998 y 2007, se generan ajustes en las evaluaciones de la prueba de estado, actividad efectuada por funcionarios del ICFES y algunos integrantes del Grupo Federicci de la Universidad Nacional de Colombia y el apoyo del MEN. Durante esta misma época, con el fin de realizar el lanzamiento de políticas educativas locales, se inicia en Bogotá el trabajo por competencias por medio de orientaciones para promover el desarrollo de competencias básicas en la educación inicial, trabajo adelantado con Corpoeducación.

Desde esta perspectiva se pretende promover en la escuela la competencia científica de tal manera que se desarrolle la responsabilidad mutua por medio de la comprensión del mundo como la interrelación del ser, pensar sentir y actuar, con el fin de promover el ciudadano responsable como integrante de una red. Con el fin de sustentar la formación de las competencias científicas, el MEN publica los Estándares Básicos de competencias en ciencias naturales (2003, 2006), documento que expone la relevancia de este saber para la educación colombiana y en la actualidad es referente de las directrices para las competencias científicas. Se hace relevante trabajar la educación científica desde varios campos del saber, por lo que se debería considerar a Hernández (2005), quien plantea que:

*Las competencias científicas se refieren (...) a la capacidad para adquirir y generar conocimientos; Por su impacto en la vida y en la producción, las ciencias son reconocidas hoy como bienes culturales preciosos a los cuales es necesario que accedan en distintas formas todos los ciudadanos. Los valores de las ciencias, esto es, los criterios orientadores de la acción en ciencias que pueden ser rescatados como paradigmas de la acción social... de la sociedad deseable (Hernández, 2005, p. 3)*

Razón por la cual se gestan políticas educativas que propenden por la transformación de la educación ciudadana como un ser íntegro que puede abordar sus condiciones de ser, pensar, sentir y actuar de forma íntegra para reconfigurar sus acciones e impactos al medio, es el caso de la propuesta del grupo Federicci en cultura ciudadana o el intento de generar estándares básicos de competencias científicas que vinculan áreas divergentes como las ciencias naturales y las ciencias sociales. Se considera relevante retomar los Estándares Básicos de competencias por ser el documento que orienta las prácticas educativas de los diversos saberes, la estructura del diseño curricular, orienta el diseño y elaboración de recursos educativos, la evaluación y otros actos propios del saber pedagógico.

## **2.7 Modelo Jerárquico Lineal**

Los modelos jerárquicos lineales, también denominados modelos multinivel, constituyen una metodología de análisis propicia para el tratamiento de datos *jerarquizados* (por ejemplo, los resultados de pruebas de estudiantes de una determinada formación profesional en un país, donde se analizan variables de resultados, como las que involucran el contexto del estudiante), en ese orden estos modelos son relevantes al abordar una investigación educativa de carácter cuantitativo. Su importancia radica en que se puede llegar al análisis que involucren niveles relacionados con las variables de otros niveles de estudio, respetando a su vez la organización jerárquica que presentan los datos, para este caso en particular los generados por las entidades educativas involucradas en el estudio. Es decir, los estudiantes están agrupados por carreras afines, las carreras afines por centros educativos y las diferentes regiones donde se imparte la formación de los estudiantes. En ese mismo orden de aparición de las variables objetos de estudio se va desarrollando un sub-modelo diferente para cada nivel. Cada uno de estos sub-modelos expresa la correlación entre las variables dentro de un determinado nivel y describe cómo las variables de ese nivel intervienen en las relaciones que se establecen en otros niveles (Murillo, 1999).

Así, los modelos multinivel son simplemente desarrollos de los modelos de regresión lineal clásicos; ampliaciones mediante las cuales se elaboran varios modelos de regresión para cada nivel de análisis (Reise y Duan, 2003; Bickel, 2007). Entonces, en las técnicas de análisis estadístico para variables cuantitativas, se incluyen los modelos de regresión, en los cuales se diseña una ecuación que modela el uso de una variable dependiente en función de uno o más parámetros independientes; en el caso de una variable interpretativa se considera un modelo de regresión simple, si se incluye más de una variable, este es un modelo de regresión múltiple.

Una de las características de los modelos de regresión clásicos es que las variables que se involucren deben ser incorrelacionadas, lo que implica que los valores de una variable no puedan estar determinados por otras y para no perder generalidad, al ser una generalización de una regresión múltiple, las premisas que se asumen deben ser, en general, similares a este tipo de análisis. Esto es, siguiendo a Field (2013), una variable dependiente de tipo cuantitativa continua; varias variables predictoras que deben ser cuantitativas o categóricas; las varianzas de los predictores no deben ser cero; debe estar una multicolinealidad no necesariamente perfecta entre dos o más predictores; los predictores no deben estar correlacionados con variables externas (no introducidas en el modelo).

En ese orden de ideas, existen restricciones a este prototipo de modelos y a la formalidad de la organización del contexto del cual han sido recogidos los datos, lo origina que coexista una dependencia entre las mismas. Así, se presentan los modelos jerárquicos lineales, que a su vez son varios modelos lineales para cada nivel.

Los estudios realizados por Aitkin y Longford (1986), donde mostraron la realidad de los sistemas educativos, en que los estudiantes están organizados en aulas o cursos, en diferentes aulas, que a su vez están agrupadas en escuelas y las escuelas en diferentes regiones o países, hace que lo anterior no sea siempre cierto. En efecto, los estudiantes de un mismo grupo viven una serie de prácticas distintas a los de otras aulas, al mismo tiempo las aulas de una escuela tienen la misma dirección u objetivo, satisface las mínimas condiciones para albergar sus estudiantes, es decir planta física etc., y análogamente se pueden percibir situaciones y comentarios, dichos de las escuelas de un país que se ven afectadas por determinadas políticas educativas que lógicamente no son las mismas. A partir de este análisis crítico, Aitkin y Longford (1986) propusieron una técnica de análisis que ha marcado la investigación educativa desde entonces: los Modelos Multinivel (o Modelos Jerárquico-Lineales). Éstos reconocen y manejan la organización jerárquica de los sistemas educativos (estudiantes en aula, aulas en escuelas, escuelas en países) y ofrecen resultados con una menor incidencia de los errores de estimación (Goldstein, 2003; Raudenbush y Bryk, 2002).

En otras palabras, los niveles de cada categoría o subniveles están representados por su propio modelo, que a su vez constituyen un modelo general. En otros términos, en cada nivel se establecen relaciones entre variables propias de esa jerarquía y su aporte en otras jerarquías. Tal como lo expresa De la Cruz (2008): *el modelo de regresión multinivel completo asume que hay un conjunto de datos jerárquicos, con una sola variable dependiente que es medida en el nivel más bajo y variables explicativas que existen en todos los niveles. Conceptualmente el modelo puede ser visto como un sistema jerárquico de ecuaciones de regresión.*

### 3. MÉTODO

Se toma en consideración información de 21883 estudiantes que presentaron la prueba SABER PRO para el periodo 2017. La información recopilada incluye como variable a analizar los resultados de la prueba específica de Pensamiento Científico en el núcleo de Matemáticas y Estadísticas, analizada a partir de los desempeños en la prueba genérica de Razonamiento Cuantitativo y variables relacionadas a características del estudiante y la institución. La prueba específica de Pensamiento Científico es presentada por estudiantes que cursan pregrados de los grupos de referencia de Ingeniería y Ciencias Exactas. Es nuestro interés particular analizar el núcleo de la prueba de Matemáticas y Estadística, ya que se relaciona directamente con nuestra área de conocimiento.

Diversas fuentes en el campo de la educación, hacen referencia a la metodología de los modelos multinivel como una alternativa viable para analizar los factores determinantes en los desempeños de los estudiantes, puesto que los modelos clásicos de regresión múltiple impiden análisis cuando variables explicativas se relacionan. En el campo de la educación es frecuente encontrar multicolinealidad en variables explicativas, ya que existen jerarquías que llevan implícitas su relación; es así que estudiantes, se encuentran inmersos en instituciones, y éstas a su vez en regiones o espacios. De esta manera, los modelos multinivel (o jerárquicos lineales), suplen la necesidad de los modelos clásicos, incluyendo estas relaciones en jerarquías o niveles. De acuerdo con el ICFES (s.f.), los *modelos de regresión multinivel*, o Modelos Jerárquicos Lineales, favorecen la medición del desempeño académico otorgando importancia a variables socioeconómicas del individuo y la escuela, respecto de características como el sexo, el tipo de establecimiento (oficial rural, oficial urbano y no oficial) y el NSE (por estudiante y por escuela).

El hecho relevante de estas estructuras jerárquicas desde el punto de vista del análisis estadístico es que los pacientes del mismo centro hospitalario, o los estudiantes del mismo colegio, o los individuos de la misma familia cabe esperar que sean más parecidos entre sí que los pacientes de distintos centros hospitalarios, o los estudiantes de diferentes colegios, o los individuos de diferentes familias. Esto significa que los sujetos que pertenecen al mismo subgrupo no son, muy probablemente, independientes entre sí, lo que constituye un serio incumplimiento de un supuesto básico del modelo lineal general: la independencia entre observaciones. Los modelos lineales mixtos (entre ellos, los multiniveles) permiten abordar este tipo de estructuras jerárquicas prestando atención a la covarianza existente en los datos. (Pardo et al., 2009). El modelo propuesto se define en dos niveles; el nivel 1 representa variables de individuo y el nivel 2 variables de institución. Las variables que se tuvieron en cuenta para la investigación se describen en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Variables estudiadas

<b>Variables inde. Nivel 1</b>	<b>Variables inde. Nivel 2</b>	<b>Variable dependiente</b>
Género	Método	Pensamiento Científico
Edad	Carácter	
Capacitación prueba Saber Pro	Origen	
Razonamiento Cuantitativo		
NSE		
Grupo de Referencia		

La variable género y Capacitación prueba Saber Pro, son variables cualitativas dicotómicas con valores 0 para mujer y 1 para hombre; 1 si estudió previo al examen y 0 en caso que no lo haya hecho para la variable Capacitación prueba saber pro. La edad, Razonamiento cuantitativo y NSE son variables cuantitativas. El Razonamiento cuantitativo corresponde al puntaje en la prueba genérica y el NSE (Índice de Nivel Socioeconómico) define el nivel económico de cada estudiante de acuerdo con un índice calculado por el ICFES con información sociodemográfica suministrada por los estudiantes en el formulario de inscripción. La variable grupo de referencia describe si el programa es de Ingeniería o Ciencias exactas. Las variables de nivel 2 son cualitativas dicotómicas; Método (Presencial y distancia), Carácter (Universidad y otras instituciones) y Origen (Oficial y Privada).

La fuente de información principal, corresponde a la base de datos pública del ICFES para la prueba SABER PRO del año 2017, específicamente la prueba de Pensamiento Científico y las variables de contexto. El modelo correspondiente es un modelo de efectos fijos y aleatorios, donde la parte aleatoria corresponde a los efectos dados por la institución. En este (ecuación (1)), la variable dependiente responde al desempeño en la prueba de Pensamiento Científico ( $P_i$ ) para el año 2017, el individuo ( $I_i$ ) y de la institución de educación donde egresa el estudiante ( $IES_i$ ) más un término de error estocástico ( $\varepsilon_i$ ).

$$F_{ij} = \beta_o + \sum_{i=1}^m \beta_i \cdot I_i + \sum_{i=h+1}^w \beta_i \cdot IES_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

Para un segundo nivel se tiene en cuenta la institución y se denotado por j en la ecuación (2).

$$\begin{aligned} \beta_{0j} &= \gamma_{00} + \gamma_{0j} \\ \beta_{1j} &= \gamma_{10} + \gamma_{1j} \\ \beta_{2j} &= \gamma_{20} + \gamma_{2j} \end{aligned} \quad (2)$$

#### 4. RESULTADOS

Los resultados que a continuación se presentan toman en consideración 21883 estudiantes de los programas que pertenecen a ingeniería o Ciencias Exactas 159 en instituciones de educación superior en todos los departamentos en Colombia. En la Tabla 2 se muestran los resultados promedio obtenidos clasificados por los grupos que se consideraron para el análisis.

**Tabla 2.** Distribución de promedio por grupos analizados

Variable	Grupo	Promedio	Individuos	
			Número	% Total
Género	Hombres	151,83	14146	64,64
	Mujeres	146,73	7737	35,36
Capacitación Prueba Saber Pro	Si realizó	148,10	5430	24,81
	No realizó	155,86	16453	75,19
Grupo de Referencia	Ingeniería	149,46	21459	98,06
	Ciencias exactas	178,42	424	1,94
Método	Distancia	139,26	3222	14,72
	Presencial	151,88	18661	85,28
Carácter	Universidad	155,79	13783	62,98
	Otra institución	140,21	8100	37,02
Origen	Oficial	155,42	7844	35,85
	Privada	147,01	14039	64,15
	Total		21883	100%

Los análisis descriptivos muestran mayor presencia de hombres con un 64,64%, en comparación con 35,36 % de las mujeres. Así mismo, mayores desempeños promedio en la prueba en los hombres (151,83). Frente a quienes realizaron capacitación previa al examen, se encuentra que solo el 24,81% dicen haber tomado algún curso o estudiado por cuenta propia, mientras que la gran mayoría con un 75.19% no realizaron ningún tipo de capacitación previa. En cuanto a los resultados de la prueba se muestran diferencias promedio a favor de quienes no realizaron capacitación (155,86) en comparación con quienes sí lo hicieron (148,10). En su mayoría, los estudiantes que presentan la prueba de Pensamiento Científico en el componente de Matemáticas y estadística, son Ingenieros (98,06%), solo una minoría (1,94%) corresponde a programas del grupo de referencia de Ciencias Exactas. Respecto a los puntajes, se muestran diferencias marcadas a favor de quienes estudian Ciencias Exactas (178,42) que Ingeniería (149,46).

En relación a las características de institución, hay mayor presencia de estudiantes en modalidad presencial (85,25) %, que estudian en universidad (62,98%) y de origen privado (64,15%). Mientras que el puntaje promedio muestra mayores desempeños para quienes estudian en instituciones universitarias (155,79), públicas (155,42) en modalidad presencial (151,88). Pruebas estadísticas de diferencias de medias para cada uno de los grupos que describen las variables cualitativas, denotan significancia de 0,000 (p-valor<0,005), rechazando de esta manera la hipótesis de igualdad de media y confirmando las diferencias estadísticamente significativas.

El modelo multinivel que se propone, describe en la Tabla 3 la estimación de la media poblacional de 148,23 en la variable Pensamiento Científico de todas las universidades analizadas. A su vez, se puede afirmar con una significancia de 0,000 (p- valor <0,05) que se rechaza la hipótesis de nulidad del intercepto, concluyendo que existe un efecto diferente de cero en el desempeño de la prueba debido a la institución.

**Tabla 3.** Estimaciones de efectos fijos

Estimates of Fixed Effectsa							
Parameter	Estimate	Std. Error	df	t	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Intercept	148,230202	1,151054	160,128	128,778	0,000	145,956998	150,503406

a. Dependent Variable: RESULT\_PUNTAJE.

La Tabla 4 presenta la variabilidad del desempeño de la prueba entre instituciones de 195,87, mientras que la variabilidad dentro de cada una de las instituciones es de 666,07. Se puede afirmar que existe un 22,73% (195,88 / (195,88+666,06)) de la variabilidad total de los resultados de la prueba que corresponde a la diferencia entre las medias de las universidades. Finalmente, la significancia de 0,000 (p-valor<0,05) concluye en esta prueba estadística, la existencia de diferencias significativas en los resultados de la prueba en las universidades.

**Tabla 4.** Estimación de parámetros de covarianza

Estimates of Covariance Parametersa							
Parameter	Estimate	Std. Error	Wald Z	Sig.	95% Confidence Interval		
					Lower Bound	Upper Bound	
Residual	666,068813	6,390306	104,231	0,000	653,661066	678,712082	
INST_COD_INSTITUCION	Variance	195,869882	23,381199	8,377	0,000	155,009679	247,500744

a. Dependent Variable: RESULT\_PUNTAJE.

Después de analizar las variables descritas para el nivel 1 y 2, se determina la significancia de todos los factores en los resultados de la prueba de Pensamiento Científico (p-valor< 0,05). Así, para el nivel 1 (estudiante) se incluye en el modelo: género, capacitación en la prueba e INSE; mientras que las variables en el nivel 2 (institución) corresponde a: método, carácter y origen (Tabla 5).

**Tabla 5.** Estimaciones de efectos fijos

Estimates of Fixed Effectsa							
Parameter	Estimate	Std. Error	df	t	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Intercept	62,871046	1,667261	21874,000	37,709	0,000	59,603094	66,138997
GÉNERO	1,240242	0,341348	21874,000	3,633	0,000	0,571174	1,909310
ESTU_COMOCAPACITOEXAMENS B11	-3,049197	0,376166	21874,000	-8,106	0,000	-3,786508	-2,311885
GRUPOREFERENCIA	11,098156	1,186214	21874,000	9,356	0,000	13,423221	-8,773091
ESTU_METODO_PRGM	3,250142	0,472512	21874	6,878	0,000	2,323984	4,176301
INST_CARACTER_ACADEMICO	5,138076	0,363246	21874,000	14,145	0,000	4,426088	5,850064
INST_ORIGEN	3,581457	0,362108	21874,000	9,891	0,000	2,871700	4,291214
MOD_RAZONA_CUANTITAT_PUNT	0,533417	0,005824	21874	91,596	0,000	0,522002	0,544831
ESTU_INSE_INDIVIDUAL	0,105780	0,010906	21874	9,699	0,000	0,084403	0,127156

a. Dependent Variable: RESULT\_PUNTAJE,

Todas las variables de nivel 2 presentan una contribución positiva frente a los resultados de la prueba de Pensamiento Científico y hacen mayor aporte en comparación con las variables de individuo. El estudiante en una institución universitaria aporta en 5,13 puntos, 3,58 puntos por ser de origen público y 3,25 puntos más en modalidad presencial. Mientras que el hecho de ser hombre tiene un aporte de 1,24 en el resultado de la prueba. En cuanto al INSE, se observa una relación directa, lo que implica que a mayor nivel socioeconómico mayores resultados en la competencia específica. A pesar que el aporte es directo, el incremento es menor que las características de universidad, así por cada punto adicional en el INSE los resultados de la prueba aumentan en 0,11. La misma relación se presenta entre los

resultados de la competencia de Pensamiento Científico y la prueba de Razonamiento Cuantitativo, observando que cada punto en la prueba de Razonamiento Cuantitativo implica un aumento en 0,53 puntos en la prueba de Pensamiento Científico. Por su parte, el resultado negativo en la variable capacitación implica que el hecho de realizar algún tipo de estudio o capacitación previa al examen genera una disminución en 3,049 puntos en los resultados. En cuanto a la variable grupo de referencia, se observa una disminución significativa de 11,098 puntos en la prueba para quienes cursaron ingenierías en comparación con quienes han estudiado programas de Ciencias Exactas.

## 5. DISCUSIÓN

Los resultados indican que hay alguna ventaja de los hombres con respecto a las mujeres en el rendimiento en las pruebas de Razonamiento Cuantitativo y Pensamiento Científico. Esta ventaja puede tener múltiples causas, como se menciona en el documento *Análisis de las diferencias de género en el desempeño de estudiantes colombianos en matemáticas y lenguaje* (ICFES, 2013), que podrían relacionarse con determinantes: biológicos y cognitivos, psicosociales, contextuales o elementos psicométricos. Así mismo, de acuerdo con (Abadía y Bernal, 2016) al controlar características personales, familiares y escolares, los hombres obtienen mayores puntajes en matemáticas. De acuerdo con nuestros datos el 64,64% de los estudiantes que presentaron la prueba son hombres, lo que también podría estar relacionado con esta brecha de género, pues las carreras que involucran mayor proporción de matemáticas tienen un mayor número de estudiantes hombres quizá por un factor motivacional.

Llama la atención en nuestros resultados, que el recibir algún tipo de entrenamiento para las pruebas Saber Pro puede resultar contraproducente. La razón podría estar relacionada con la confianza a la hora de presentar la prueba, pues el estudiante que ha recibido capacitación puede confiarse e incluso tratar de memorizar algunas preguntas y respuestas o situaciones lo que conlleva a un mal análisis o a una lectura e interpretación deficiente de las preguntas. Otra razón podría ser porque los estudiantes que buscan algún tipo de capacitación o entrenamiento para la prueba no tienen un hábito de estudio constante y sienten la necesidad de enfocarse sólo en dicha capacitación para buscar un buen resultado. Mientras que los estudiantes con buenos hábitos y técnicas de estudio confían en sus capacidades y conocimientos adquiridos durante sus estudios y no crean la necesidad de tomar alguna capacitación para la prueba. Existe una relación directa entre el rendimiento en la prueba genérica de Razonamiento Cuantitativo y la prueba específica de Pensamiento Científico en las áreas de matemáticas y estadística.

Dentro de las competencias que se evalúan en la prueba de Razonamiento cuantitativo se encuentra la *interpretación y representación*, que está relacionada con esa habilidad para interpretar una gráfica, un conjunto de datos, identificar patrones y también para representar gráficamente o mediante herramientas matemáticas, alguna situación descrita u observada. Esta competencia se relaciona directamente con lo que se pretende evaluar en la prueba de Pensamiento Científico, pues ahí es importante que el estudiante plantee estrategias adecuadas para solucionar un problema y eso parte de una buena interpretación. En la prueba de Razonamiento Cuantitativo también se hace énfasis en la argumentación, y se relaciona con la prueba de Pensamiento Científico en cuanto a que ésta busca que el estudiante proponga explicaciones válidas de un fenómeno o situación, de manera consistente con la teoría o con algún modelo particular. Y más aún, el estudiante podría proponer nuevos modelos para una situación observada o descrita partiendo de información cuantitativa y llegando a una formulación matemática, lo que también se relaciona directamente con la competencia de *formulación y ejecución* que evalúa la prueba de Razonamiento Cuantitativo.

En cuanto a las variables: índice de nivel socioeconómico, origen, carácter y método de la institución de educación superior, se obtienen mejores resultados en las pruebas entre más alto sea el INSE, cuando el estudiante proviene de una universidad pública y cursó su carrera en modalidad presencial. Estas variables están asociadas al entorno del estudiante que ingresa, pasa y sale de la institución de educación superior. El nivel socioeconómico condiciona el origen, carácter y método de la institución que se seleccione. La infraestructura, los recursos tecnológicos y humanos con que cuentan las diferentes instituciones y modalidades influye de manera significativa en el desempeño de los estudiantes en las pruebas Saber Pro.

Con respecto a la variable grupo de referencia, es importante destacar que los estudiantes de ciencias exactas presentan mejor desempeño en la prueba que los estudiantes de ingenierías. En parte esto puede deberse a la fundamentación, ya que en las ciencias exactas se usa el método científico y se apropia el esquema de observación, experimentación, deducción, modelamiento, que es precisamente lo que se considera en la prueba de Pensamiento Científico. Por su parte, en ingeniería, a pesar de que se requiere, se usa y se explota el conocimiento que brindan las ciencias exactas, el enfoque va más ligado a la aplicación, a la creación, al diseño y a obtener provecho de ese conocimiento. Este enfoque, en algunos casos contribuye a la pérdida de rigurosidad en el estudio de los conocimientos básicos, en ramas como las matemáticas, que contribuyen al desempeño en razonamiento cuantitativo, y en la física, la química, la biología, que contribuyen al desempeño en pensamiento científico.

## 6. CONCLUSIONES

A partir del análisis multinivel se confirma la incidencia de factores individuales y de institución en los desempeños de las pruebas específicas de Pensamiento Científico en el componente de Matemáticas y Estadística.

A nivel de individuo, se observa que tanto el género como el índice de nivel socioeconómico contribuyen a los resultados de la prueba, lo que confirma en un primer momento, la permanencia de las brechas de género en las pruebas con un componente matemático a favor de los hombres, y en segundo lugar las incidencias de mayores niveles sociales que posibilitan el mejor rendimiento.

Por otro lado, se confirma la relación directa entre los desempeños de la prueba genérica de Razonamiento Cuantitativo y la prueba específica de Pensamiento Científico. A pesar de la marcada influencia matemática en la prueba específica, el aporte señalado en los resultados de la prueba de razonamiento cuantitativo en ésta no es mayor de uno. Lo que significa que por cada punto en la prueba genérica (Razonamiento Cuantitativo), el incremento en la específica (Pensamiento Científico) es de media unidad.

Frente a las características de institución, se observa una marcada diferencia entre las instituciones de carácter universitario a otro tipo de instituciones de educación superior.

Por su parte, se observa una contribución positiva en la variable respuesta de la modalidad de estudio a favor de la presencialidad. Esto confirma el papel del profesor en la escuela para contribuir en los procesos de enseñanza aprendizaje.

La contribución de las instituciones oficiales en los desempeños en la prueba de pensamiento científico es significativa.

La influencia de la variable capacitación en el desempeño de la prueba de pensamiento científico es contrario a lo que se podría pensar, pues el hecho de estudiar o recibir capacitación previa genera una disminución en promedio de 3 unidades en la prueba. Esto cuestiona los esfuerzos llevados a cabo por instituciones y actualmente por el mismo ICFES, para acercar a los estudiantes a la prueba.

Finalmente, se muestra la marcada diferencia en los desempeños en la prueba específica entre quienes estudian Ingeniería y Ciencias Exactas; pues a pesar que el porcentaje de estudiantes de ingeniería que presentaron la prueba corresponde a casi el 100% de los analizados, los mejores desempeños se presentan en quienes estudian Ciencias Exactas. Esto cuestiona, si la formación matemática que reciben los ingenieros es suficiente para satisfacer los retos que demanda su profesión.

## REFERENCIAS

- Abadía, L. y Bernal, G. (2016). *Brechas de Género en el Rendimiento Escolar a lo largo de la Distribución de Puntajes: Evidencia Pruebas Saber 11*. Bogotá: Universitas Económica.
- Álvarez, C. (1991). *Platiquemos de la Calidad de la Educación*. México: Universidad de Sinaloa.
- Jiménez, L. (2017). Aprendizaje autónomo y razonamiento cuantitativo en los estudiantes del Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado: <http://repositorio.une.edu.pe/handle/UNE/1862>.
- Aitkin, M. y Longford, N. (1986). *Journal of the Royal Statistical Society*, 149(1), pp. 1-43.
- Banco Mundial. (2008). Sitesources.worldbank.org.
- Campanario, J. y Moya, A. (2016). *¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas Grupo de Investigación en Aprendizaje de las Ciencias*. Universidad de Alcalá de Henares.
- Castro, G., Castillo, M. y Mendoza, J. (2016) *Principales determinantes en la adquisición de competencias en América Latina: Un análisis multinivel a partir de los resultados en pisa 2012*. Recuperado: [https://www.javerianacali.edu.co/sites/ujc/files/node/field-documents/field\\_document\\_file/ddtn222016.pdf](https://www.javerianacali.edu.co/sites/ujc/files/node/field-documents/field_document_file/ddtn222016.pdf).
- Cohen, M. (1981). Effective Schools: What the research says. *Today's Education*, 70, 466-496.
- De Leeuw, J. y Kreft, I. (2001). *Software for multilevel analysis*. USA.
- Díaz, J. y Díaz, R. (2018). *Los métodos de resolución de problemas y el desarrollo del pensamiento matemático*. Recuperado: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v32n60a03>.
- Field, A. (2013) *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Sage.
- Gallego, A. Castro, J. y Rey, J. (2008). *El pensamiento científico en los niños y las niñas: Algunas consideraciones e implicaciones*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Goldstein, H. (2003). *Multilevel modelling of health statistics*. Chichester: Wiley.
- Heck, R. y Thomas, S. (2000). *Multilevel statistical models*. New York: Halstead Press.
- Hernández, C. (2005). *¿Qué son las competencias científicas?* Foro educativo nacional Competencias científicas. Bogotá.
- Heyneman, T. y Siev, W. (1986). *The quality of education in developing countries*. Washington: World Bank.
- Hox, J. (2002). *An introduction to multilevel modelling techniques*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- ICFES. (2018) *Módulos de competencias genéricas*. Recuperado: <http://www.icfes.gov.co/documents/20143/496194/Guia%20de%20orientacion%20modulos%20de%20competencias%20genericas-saber-pro-2018.pdf>.
- ICFES. (2013). *Análisis de las diferencias de género en el desempeño de estudiantes colombianos en matemáticas y lenguaje*. Recuperado: <http://www.icfes.gov.co/documents/20143/234129/Analisis+de+las+diferencias+de+genero+en+el+desempeno+de+estudiantes+colombianos+en+matematicas+y+lenguaje+2013.pdf>.
- ICFES. (2015). *Módulo de Razonamiento cuantitativo*. Recuperado: <http://www.icfes.gov.co/documents/20143/497011/17%20Marco%20de%20referencia%20razonamiento%20cuantitativo.pdf>.
- ICFES. (2017). *Módulo Pensamiento Científico*. Recuperado: <http://www.icfes.gov.co/documents/20143/495243/Guia%20de%20orientacion%20competencias%20especificas%20modulo%20de%20pensamiento%20cientifico%20saber-pro-2017.pdf>.

- Larrazolo, N., Backhoff, E. y Tirado, E. (2013). *Habilidades de razonamiento matemático de estudiantes de educación media superior en México*. Revista mexicana de investigación educativa, 18(59).
- Lawrence, J. y Green K. (1980). *A Question of Quality: The higher education ratings game*. Research Report No. 5, Washington.
- Leeuw, J. y Kreft, I. (2001). *Software for multilevel analysis*. En A.H. Leyland y H. Goldstein.
- Martínez, A. (2003). [www.pedagogica.edu.co](http://www.pedagogica.edu.co).
- MEN. (2003). Decreto número 1781. Recuperado: [https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-86039\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-86039_archivo_pdf.pdf).
- MEN. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas: Lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden*. Bogotá.
- MEN. (2010). *Portafolios de Modelos Educativos*. Recuperado: [http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-85440\\_archivo.pdf](http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-85440_archivo.pdf).
- MEN. (2016). *Módulo de Pensamiento científico Ciencias biológicas Saber Pro 2016-2*. Bogotá.
- MEN. (2017). *Módulo de Competencias Genéricas*. Recuperado: <http://www.icfes.gov.co/docman/estudiantes-y-padres-de-familia/saber-pro-estudiantes-y-padres/estructura-general-del-examen/modulos-saber-pro-2017/modulos-primera-sesion-competencias-genericas-16/3809-guia-de-orientacion-modulos-de-competencias-genericas-saber-pro-2017/file?force-download=1>.
- MEN (2017). *Saber Pro competencias específicas módulos de pensamiento científico: Ciencias biológicas, ciencias físicas, matemáticas y estadística, ciencias de la tierra y química 2017*. Bogotá.
- MEN. (s.f.). *Propuesta de lineamientos para la formación por competencias en educación superior*. Recuperado: [http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-261332\\_archivo\\_pdf\\_lineamientos.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-261332_archivo_pdf_lineamientos.pdf).
- Misión Ciencia, Educación y Desarrollo. (1996). *Colombia: Al filo de la oportunidad*. Bogotá: Tercer Mundo.
- Morgan, D. (1976). Assessing quality among graduate institution of higher education in U.S. *Social Sciences Quaterly*, 57, pp. 671-679.
- ONU. (2015). *Informe de resultados tercer: Factores asociados*. Recuperado: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002435/243533s.pdf>.
- Pérez, T. (2009). Tan lejos... tan cerca. *Articulaciones entre la popularización de la ciencia y la tecnología y los sistemas educativos en Colombia*, 34(11), pp. 814-821.
- Pescador, J. (1983). Innovaciones para mejorar la calidad de la educación básica en México. *Perfiles Educativos*, 19, pp. 29-42.
- Príncipe, L. (2018). *Aprendizaje autónomo y razonamiento cuantitativo en los estudiantes del Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. Recuperado: Disponible en <http://repositorio.une.edu.pe/handle/UNE/1862>.
- Rojas, L. (2013). Predicción de la dificultad de la prueba de habilidades cuantitativas de la universidad de Costa Rica. *Revista Digital Matemática*, 13(1), pp. 1-14.
- Vidal, A. (2007). Aproximación deconstructiva a la noción de Calidad de la Educación en el contexto latinoamericano. *Revista Iberoamericana de Educación*, 44(4).

El propósito de este capítulo es dar a conocer la pertinencia de desarrollar la competencia digital en estudiantes para lograr un uso responsable y crítico de las TIC, ya que se ha planteado como una necesidad desde los últimos años en el ámbito educativo, específicamente desde las diferentes Instituciones que imparten educación (Escuelas, Institutos y Universidades) con el fin de que los estudiantes puedan enfrentar los retos de la Sociedad del Conocimiento; desde una perspectiva general y amplia. Aunque se recogen y agrupan algunas investigaciones de talla nacional e internacional, realizadas en las últimas décadas, no se pretende ofrecer una mirada detallada o exhaustiva de la producción científica sobre efectos o repercusiones, sino presentar aspectos relevantes que permitan visualizar el alcance de este tema en las prácticas de enseñanza y establecer algunas valoraciones y orientaciones. Así pues, esta revisión nos permite identificar una serie de rasgos que caracterizan el uso que los estudiantes hacen de las TIC en los niveles iniciales de la educación, así como analizar la incidencia de la Competencia Digital para que este uso sea crítico y responsable, valorando así, los posibles cambios y transformaciones que puedan facilitar dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

## 1. INTRODUCCIÓN

Es ineludible que las TIC han incidido en la forma en la que se aprende y adquiere conocimiento. De acuerdo con Carneiro (2009) el aprendizaje no se centra en la escuela únicamente, sino que puede surgir en otros escenarios distintos a la vida cotidiana:

*Ninguna otra tecnología originó tan grandes mutaciones en la sociedad, en la cultura y en la economía. La humanidad viene alternando significativamente los modos de comunicar, entretener, trabajar, estudiar sobre la base de la difusión y uso de las TIC a escala global (p. 15).*

Esta injerencia de las TIC en nuestro diario vivir, y de manera especial en el campo de la educación, permite pensar en las posibilidades de crecimiento de las sociedades. Desde las reflexiones pedagógicas que se puedan derivar de la práctica educativa, se empiezan a concebir nuevas formas de asumir los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este sentido, Sunkel (s.f) señala una concepción de educación en la vía de *fuerza de desarrollo y por ende pone de manifiesto la necesidad política y económica al incorporar las TIC en la escuela y su utilización efectiva en los procesos de enseñanza y aprendizaje como respuesta a esa necesidad de desarrollo de los países y de su inserción en el mundo globalizado*. En esta concepción de la educación vista desde la incorporación de las TIC como principio del desarrollo, la adquisición de competencias digitales por parte de niños, jóvenes y adultos adquiere un lugar preponderante ya que estas hacen referencia al manejo de tecnologías dentro y fuera del aula, y a la conexión que establecen las personas con las distintas herramientas tecnológicas.

De acuerdo con Revuelta (2011) *la competencia digital se sustenta en las competencias básicas en materia de TIC: el uso de ordenadores para obtener, evaluar, almacenar, producir, presentar e intercambiar información y comunicarse y participar en redes de colaboración a través de internet (p. 3)*. La competencia digital toca también la dimensión humana del sujeto, lo cual tiene implicaciones ético y morales ya que se precisa que se desarrolle una persona responsable, reflexiva, autónoma, que utiliza las fuentes de información y las herramientas tecnológicas para su propio bienestar y el de los demás, pues *las tecnologías de la información y comunicación permean todos los rincones del entorno social, los estudiantes interactúan constantemente con herramientas tecnológicas que dan paso a la globalización y al encuentro con otras culturas (Arancibia, 2001 p. 2)*.

## 2. MÉTODO

Las investigaciones que se reseñan a continuación, son el producto de una búsqueda realizada a través de Google Académico, Dialnet, Scielo, Ebsco, Science Direct y Redalyc, utilizando descriptores como: Competencia digital, competencias en TIC, estudiantes y los usos de las TIC; habilidades en TIC, uso responsable de las TIC entre otras; sin embargo, en esta búsqueda de investigaciones no es posible abarcar todas. La revisión de las investigaciones nos permite identificar ámbitos registrados y analizados del desarrollo de la Competencia Digital para favorecer el uso responsable y Crítico de las TIC. Se expone a continuación una revisión sintética de los mismos.

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Ámbito internacional

Juan Pablo Fernández (2016), propone una investigación bajo el nombre: La adquisición y desarrollo de la competencia digital en estudiantes de educación secundaria. Estudio que se llevó a cabo en los diferentes centros de educación secundaria de la comunidad autónoma gallega pertenecientes a la red del Proyecto Abalar en España. Se

---

<sup>1</sup> [alinanavarrogil@gmail.com](mailto:alinanavarrogil@gmail.com)