



Ciencias Básicas y Razonamiento Cuantitativo

Serie Institucional UTB

13



CIENCIAS BÁSICAS Y
RAZONAMIENTO CUANTITATIVO

CIENCIAS BÁSICAS Y RAZONAMIENTO CUANTITATIVO

Equipo responsable:

Lenny Alexandra Romero Pérez
Decana Facultad de Ciencias Básicas

José Luis Villa Ramírez
Profesor Facultad de Ingeniería

Universidad Tecnológica de Bolívar
2024

AUTORES

Lenny Alexandra Romero Pérez
Decana Facultad de Ciencias Básicas

José Luis Villa Ramírez
Profesor Facultad de Ingeniería

RECTOR

Alberto Roa Varelo

VICERRECTOR ACADÉMICO

Andrés Marrugo Hernández

SECRETARIA GENERAL

Ana María Horrillo

Editorial Universidad Tecnológica de Bolívar

Diagramación
Ediciones UTB

Campus Casa Lemaitre: Calle del Bouquet
Cra 21 No 25-92 PBX (5) 6606041 -42- 43 Fax: (5) 6604317

Campus Tecnológico:
Parque Industrial y Tecnológico Carlos Vélez Pombo
PBX (5) 6535331 Fax: (5) 6619240

Cartagena de Indias, D. T. y C., - Colombia

www.utb.edu.co

2024

Todos los derechos reservados. Esta es una publicación de Ediciones Tecnológica de Bolívar. Se prohíbe la reproducción total o parcial de su contenido, la recopilación en sistema informático, la transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, por registro o por otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los editores.

CONTENIDO

Prólogo	13
1. Introducción	17
2. Marco normativo	19
a. Marco nacional	19
I. Ciencias básicas y razonamiento cuantitativo en programas de ingeniería	21
II. Ciencias básicas y razonamiento cuantitativo en programas de Ciencias Sociales, Humanidades, Derecho y Arquitectura	22
III. Ciencias básicas y razonamiento cuantitativo en programas de Economía, Administración y Finanzas, contaduría	25
b. Marco internacional	27
c. Insumos institucionales	28
d. Grupos focales	31
3. Una breve mirada a la evolución y las modificaciones curriculares en la Facultad de Ciencias Básicas de la UTB	36
a. Sobre la trayectoria de la Facultad de Ciencias Básicas	37
b. Sobre las recientes reformas curriculares	40
c. Distribución de créditos de cursos de ciencias básicas en los programas UTB	42
4. El razonamiento cuantitativo	48
5. Propuesta final: resultado de aprendizaje propuesto a partir de los antecedentes, la revisión de literatura y las competencias o habilidades identificadas en materia de investigación formativa en la UTB	51
6. Referencias	54

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Profesores grupos focales	32
Tabla 2 Puntaje de razonamiento cuantitativo de la prueba Saber Pro 2018-2022	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Competencias del sello institucional	29
Figura 2 Número de créditos con código CBAS relativo al total de créditos por programa en la UTB	44
46	
Figura 3 Puntaje Razonamiento Cuantitativo Pruebas Saber Pro UTB 2018-2022	46
Figura 4 Razonamiento cuantitativo dentro del currículo	50

PRÓLOGO

La Universidad Tecnológica de Bolívar (UTB) presenta esta serie de publicaciones que abordan temas identificados como clave en la formación académica y profesional, alineados con el compromiso institucional de generar conocimiento y fomentar el desarrollo en la región y el país. A través de estos textos, se visibilizan los esfuerzos de la UTB por innovar en las áreas de aprendizaje, investigación y formación de competencias, con una mirada interdisciplinaria y contextual.

Cada uno de los documentos que conforman esta serie refleja el trabajo riguroso de equipos académicos comprometidos con la excelencia educativa y la misión de formar profesionales con habilidades sólidas y una visión crítica del entorno.

Esta serie de publicaciones es el resultado de un esfuerzo coordinado como parte del proceso de reflexión curricular que se desarrolló entre los años 2022 y 2023, con el propósito de evaluar, revisar, actualizar y mejorar las propuestas educativas de la universidad. En particular, se abordaron temas como las competencias genéricas (Serie 12), el razonamiento cuantitativo

(Serie 13), las humanidades (Serie 14), el bilingüismo (Serie 15), la “Investigación Formativa” (Serie 16) y “Modelo de Aprendizaje El Patio” (Serie 17), áreas fundamentales para la formación integral de los estudiantes y para su capacidad de contribuir activamente a la sociedad.

Estos documentos han servido de insumo para el desarrollo de una nueva propuesta curricular que será plasmada en un documento orientador como resultado del proceso de rediseño curricular. Este esfuerzo ha permitido establecer las bases para un rediseño que busca alinear los programas académicos de la UTB con las demandas actuales del entorno profesional, económico y social, garantizando una educación pertinente y de calidad.

Este trabajo se articula directamente con la propuesta de Sello Institucional de la UTB, presentada en el año 2022. La declaración de “formar ciudadanos líderes transformadores”, que guía el sello institucional, se refleja en las competencias y resultados de aprendizaje que la universidad espera de sus estudiantes. Esta serie de documentos también contribuye a consolidar las competencias de transformación, liderazgo empático, tecnología y comunicación intercultural que el sello promueve, asegurando que los egresados de la UTB sean capaces de proponer soluciones innovadoras, liderar con empatía y actuar en un mundo global e interconectado.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a los profesores que contribuyeron en la construcción de estos documentos con dedicación y compromiso. Agradezco especialmente al rector Alberto Roa por confiarme la tarea de liderar este proceso, y al actual vicerrector académico Andrés Marrugo, por permitirme culminar mi papel en este esfuerzo con la escritura de estas palabras.

El enfoque de formación integral de la UTB destaca la importancia de una educación que no solo forma en competencias técnicas, sino que también promueve el desarrollo de habilidades críticas y ciudadanas necesarias para navegar en un mundo cada vez más complejo e interconectado.

Estas publicaciones no solo representan un aporte académico significativo, sino que también son un testimonio del compromiso de la UTB con la formación de profesionales competentes, éticos y comprometidos con su entorno. Invitamos a los lectores a explorar estos textos y a sumarse a la conversación sobre cómo la educación superior puede seguir transformando vidas y comunidades.

Daniel Toro González
Profesor Titular
Vicerrector Académico 2018-2024
Universidad Tecnológica de Bolívar

CIENCIAS BÁSICAS Y RAZONAMIENTO CUANTITATIVO

1. INTRODUCCIÓN

La Facultad de Ciencias Básicas desempeña un papel importante en la formación de profesionales de diversos programas académicos, proporcionando conocimientos básicos y desarrollando habilidades fundamentales necesarias en disciplinas como Física, Química, Biología, Estadística y Matemática, para los programas académicos de las facultades de Ingeniería, IDEEAS, Ciencias Sociales y Humanidades, Derecho y Arquitectura. La fundamentación teórica y práctica impartida por disciplina promueve el desarrollo de habilidades transversales clave en la formación de los estudiantes como el razonamiento cuantitativo, el pensamiento lógico, la capacidad de análisis y el trabajo en equipo, las cuales son competencias que se fomentan a través de la resolución de problemas y la aplicación de conceptos científicos.

En este documento examinamos el papel que desempeña la Facultad de Ciencias Básicas en la formación de futuros profesionales, dentro del marco de la reforma curricular en curso en la UTB durante el año 2023. Esta exploración se centra en cómo la enseñanza de las disciplinas científicas fundamentales aporta no solo los conocimientos técnicos

necesarios, sino también el desarrollo de habilidades esenciales como el razonamiento cuantitativo.

El razonamiento cuantitativo es una habilidad que implica la capacidad de comprender, analizar e interpretar información numérica, así como entender y manejar relaciones causa-efecto; estas relaciones son vitales para explicar y prever fenómenos naturales, diseñar experimentos y resolver problemas. Entender cómo los cambios en una variable pueden afectar a otras es esencial, debido a que permite la predicción de comportamientos, la manipulación de condiciones y el diseño de estructuras y soluciones basadas en el conocimiento de dichas relaciones. Implica tanto la capacidad de realizar cálculos como la habilidad para discernir tendencias, correlaciones y patrones dentro de conjuntos de datos.

Asimismo, el razonamiento cuantitativo contribuye al desarrollo del pensamiento crítico, permitiendo evaluar la validez de las conclusiones basadas en datos numéricos. Esto se refleja en la capacidad de un individuo para hacer preguntas pertinentes acerca de los datos, entender las limitaciones de los resultados numéricos y ser crítico con las interpretaciones y conclusiones a las que otros llegan. Por tanto, el razonamiento cuantitativo es una competencia transversal que se considera fundamental en todas las disciplinas académicas y se refleja en la estructura de los programas universitarios, destacando su importancia en la formación integral de los estudiantes. Es una herramienta poderosa que permite a los individuos navegar en un mundo cada vez más basado en datos y tomar decisiones informadas.

En el resto de este documento se presenta en la Sección 2 el Marco Normativo, donde se recalca en primera instancia lo correspondiente a las normativas nacionales que nos rigen; seguidamente, se expone el marco normativo internacional; por último, el marco normativo institucional de la UTB. En la

Sección 3 se describe la evolución de la Facultad de Ciencias Básicas y su incidencia en los últimos ejercicios de reformas curriculares, así como una descripción de cómo es el aporte de las ciencias básicas en los diferentes programas de la universidad. En la Sección 4 se hace énfasis en el desarrollo de habilidades de razonamiento cuantitativo en la universidad y los resultados que se han logrado, principalmente en las pruebas Saber Pro, que constituyen una medición objetiva externa. Finalmente, se presenta una propuesta de Resultado de Aprendizaje General que pueda ser incluido en todos los programas académicos de la universidad.

2. MARCO NORMATIVO

a. Marco nacional

El Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN, 2015) define las políticas educativas en el país, con un énfasis particular en la misión de la educación superior, a saber: formar profesionales con una alta calificación en sus respectivas especialidades, mientras simultáneamente fomenta el crecimiento integral de la persona y su sentido de humanidad.

En ese mismo sentido, la Unesco, a través de su filosofía educativa, respalda la promoción de un aprendizaje continuo, el respeto a la diversidad cultural y la fomentación de la ciudadanía global (Torres, 2020); además, proporciona un marco conceptual para la evaluación basada en competencias (Roegiers, 2016). Este enfoque se alinea estrechamente con la perspectiva adoptada para la educación superior en Colombia que, bajo la orientación del MEN (2015), prioriza una formación integral; su objetivo es infundir en los estudiantes habilidades que les permitan ser miembros activos y productivos en la sociedad.

En este contexto, la Ley 30 de 1992 constituye la normativa que rige la educación superior en Colombia. No solo delimita el objetivo de la formación profesional de los estudiantes sino que promueve su desarrollo integral, alentando el máximo despliegue de su potencial. Esta ley, como un pilar fundamental en el sistema educativo colombiano, destaca en su artículo 31 el deber del Estado de incentivar, inspeccionar y supervisar la educación. Entre sus directrices se destaca la obligación de proporcionar acceso al conocimiento, la ciencia, la técnica, el arte y demás bienes culturales a las personas aptas, además de promover la producción de conocimiento, permitiendo que el país acceda al dominio de la ciencia, la tecnología y la cultura.

Desde la implementación de la Ley 30, Colombia ha adoptado un enfoque educativo basado en competencias. Esta adaptación ha ocasionado transformaciones notables en las metodologías pedagógicas de las instituciones de educación superior. Con esta orientación, los procesos de enseñanza y aprendizaje están diseñados para que los estudiantes adquieran y desarrollen habilidades y conocimientos que los preparen para afrontar los desafíos laborales y de la vida en general.

Dentro de este contexto, el MEN establece una distinción entre competencias laborales generales y específicas en la educación superior. Asimismo, proporciona directrices para la estructuración curricular, los objetivos de aprendizaje y el perfil de los egresados de los programas de pregrado. En ese orden de ideas, impulsando su compromiso con la excelencia educativa, el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) supervisa el Examen de Estado Saber Pro, un instrumento clave en la evaluación de competencias tanto genéricas como específicas.

Las competencias genéricas, transversales a todas las áreas de estudio, buscan valorar las habilidades que todo estudiante de pregrado debería desarrollar; estas competencias comprenden

el razonamiento cuantitativo, la lectura crítica, las competencias ciudadanas y la comunicación escrita en inglés, entre otras. Por otro lado, las competencias específicas se focalizan en evaluar las habilidades y los conocimientos ligados al programa de estudio.

El enfoque principal de este documento es el análisis de la competencia genérica del razonamiento cuantitativo. Tal como lo definen Dwyer et al. (2003), el razonamiento cuantitativo se refiere a “la habilidad para analizar información cuantitativa y discernir qué procedimientos se pueden aplicar a un problema para resolverlo” (p. 1). Esta competencia está intrínsecamente relacionada con los cursos de ciencias básicas que cada estudiante de pregrado debe cursar, pero se refuerza a lo largo de la carrera con cursos disciplinares.

Con base en lo descrito, hemos realizado una revisión nacional de los aspectos curriculares en el área de ciencias básicas establecidos por el Estado, que define los estándares de calidad para programas académicos de diversas facultades. Nuestro objetivo es entender la distribución de créditos en esta área, que contribuirían al desarrollo de la competencia genérica de razonamiento cuantitativo.

I. Ciencias básicas y razonamiento cuantitativo en programas de ingeniería

La legislación colombiana, específicamente el Decreto 792 de 2001, establece que la formación en ciencias básicas es un componente esencial de cualquier programa de ingeniería; no obstante, el alcance y la profundidad de esta formación son determinados por cada institución educativa. De manera similar, la Resolución 2773 de 2003 afirma que las ciencias básicas son una “área fundamental para la formación básica científica” en los planes de estudio de ingeniería; esta formación

contribuye al desarrollo del pensamiento formal, que impulsa en los estudiantes las capacidades para razonar a partir de una lógica conceptual de las ciencias y proponer soluciones viables a desafíos de ingeniería.

Ahora bien, para obtener una perspectiva más clara de cómo se asignan los créditos para estos cursos en las universidades colombianas, llevamos a cabo una revisión en varias de estas instituciones. A partir de ello, identificamos que, si bien la asignación de créditos depende de la universidad y del programa específico, existe una tendencia común en la forma en que se distribuyen estos créditos; por lo general, se distribuyen al principio de la carrera y constituyen una parte esencial de la formación inicial del estudiante. Los programas de ingeniería, cuyos créditos totales oscilan entre 150 y 180, suelen asignar aproximadamente entre el 25 % y el 30 % de estos a los cursos de ciencias básicas.

Los cursos de ciencias básicas para ingeniería suelen incluir materias como matemáticas, física, química, estadística, entre otros, cada uno aportando de manera única al desarrollo de las competencias de los estudiantes. Por medio de estos cursos, se busca que los estudiantes alcancen un alto grado de competencia en razonamiento cuantitativo, fortaleciendo su habilidad para interpretar y analizar información y datos. Este dominio no solo es esencial para su entendimiento de los principios de ingeniería, sino también crucial para su capacidad de aplicar estos principios en situaciones prácticas.

II. Ciencias básicas y razonamiento cuantitativo en programas de Ciencias Sociales, Humanidades, Derecho y Arquitectura

Las directrices nacionales, fundamentadas en diversas resoluciones como la 466 de 2007, para programas académicos de formación profesional en Humanidades y Ciencias Sociales, la

3457 de 2003 para Comunicación e Información, la 3461 de 2003 para Psicología, la 2770 de 2003 para Arquitectura y la 2768 de 2003 para Derecho establecen de manera explícita la necesidad de incorporar conocimientos teóricos y prácticos de metodologías cuantitativas y cualitativas para el análisis social en los programas de estudio. Estas resoluciones enfatizan la importancia del uso de herramientas técnicas e instrumentales para la aplicación de dichas metodologías, y el desarrollo de una capacidad analítica y crítica para la interpretación de problemas sociales, políticos y económicos del país, y del impacto de las normas frente a la realidad.

En los programas de Ciencias Sociales, Humanidades, Derecho y Arquitectura, los cursos de ciencias básicas pueden no ser tan prevalentes como en las ingenierías, pero su relevancia en el desarrollo del pensamiento lógico y analítico es indiscutible. En estos programas, cuya cantidad de créditos suele oscilar entre 135 y 170, se destina entre el 8 % y el 15 % de ellos a los cursos de ciencias básicas.

Es de señalar que, aunque estas disciplinas pueden no demandar el mismo grado de habilidad en razonamiento cuantitativo que las ingenierías (Rocconi, 2013), es fundamental que los estudiantes tengan la capacidad de entender y utilizar información cuantitativa. Un ejemplo de ello es el caso de las ciencias sociales, donde las estadísticas y el análisis cuantitativo pueden ayudar a entender y explicar fenómenos sociales y comportamientos humanos. En el campo de la psicología, los métodos cuantitativos son primordiales para la recolección y el análisis de datos, permitiendo el estudio de patrones en el comportamiento humano; los psicólogos usan herramientas estadísticas y matemáticas para diseñar experimentos rigurosos y formular hipótesis basadas en evidencia numérica. Este nivel de competencia es, igualmente, esencial para procesar y entender los datos recopilados, facilitando a los profesionales el discernir patrones, determinar correlaciones y, en última instancia, formular conclusiones bien fundamentadas.

En comunicación social y periodismo, el razonamiento cuantitativo se convierte en una herramienta indispensable, puesto que permite el análisis de patrones en el uso de medios, la interpretación de encuestas y estudios de audiencia, y la medición de la efectividad de las campañas publicitarias. Con la creciente importancia del periodismo de datos, la necesidad de habilidades analíticas sólidas se ha vuelto aún más esencial, dado que permite extraer y comunicar historias significativas a partir de grandes conjuntos de datos.

El campo jurídico, aunque a primera vista puede parecer más enfocado en aspectos cualitativos, se beneficia enormemente de la lógica y el razonamiento cuantitativo; estas habilidades son esenciales para estructurar argumentos y desarrollar casos. En situaciones de litigio, por ejemplo, la habilidad para cuantificar con precisión los daños es fundamental. Además, en el derecho penal, los abogados a menudo usan estadísticas para comprender la incidencia y la prevalencia de ciertos delitos, lo cual puede ser útil tanto en la argumentación de casos como en la formulación de políticas públicas.

Finalmente, en arquitectura, los fundamentos de las matemáticas y la física son esenciales para el diseño de estructuras sólidas y seguras, y para la comprensión de los principios estructurales y de diseño. Los arquitectos necesitan comprender y aplicar conceptos matemáticos para planificar estructuras que sean seguras, funcionales y estéticamente agradables. El razonamiento cuantitativo también es útil para calcular costos, planificar proyectos y entender y aplicar las normas y los reglamentos de construcción. Con la creciente importancia de la construcción sostenible, los arquitectos también utilizan estas habilidades para analizar el impacto ambiental de sus diseños y optimizar la eficiencia energética.

III. *Ciencias básicas y razonamiento cuantitativo en programas de Economía, Administración y Finanzas, contaduría*

Las Resoluciones 2767 de 2003, 2774 de 2003 y 3459 de 2003, que establecen las condiciones específicas de los programas de pregrado en Administración, Economía y Contaduría, respectivamente, identifican el área de formación básica como fundamental en la formación del estudiante. Esta área incluye disciplinas tales como matemáticas, estadística y ciencias sociales, las cuales proporcionan los fundamentos necesarios para el estudiante y le permiten acceder de manera más comprensiva y crítica a los conocimientos y prácticas propias de su campo profesional.

Estas resoluciones enfatizan la importancia de desarrollar un pensamiento crítico y analítico en los estudiantes. Esto se traduce en la capacidad para sintetizar información, comunicarla de manera eficaz y aplicar un enfoque crítico a la información y las situaciones que se encuentran en su campo de estudio y en la práctica profesional. Este énfasis en el razonamiento analítico y crítico, junto con las habilidades cuantitativas fundamentales adquiridas a través del estudio de disciplinas como las matemáticas y la estadística, resultan esenciales para el éxito en las áreas de Administración, Economía y Contaduría.

En lo que respecta a programas de pregrado en Economía, Finanzas, Administración y Contaduría, tienen en total entre 130 y 180 créditos académicos, de los cuales los destinados a cursos de ciencias básicas que aportan al desarrollo del razonamiento cuantitativo los cursos de matemáticas y estadísticas suelen ser una parte significativa del currículo. Pueden representar entre el 15 % y el 25 % del total de créditos del programa.

En economía, el razonamiento cuantitativo permite la comprensión de teorías y modelos económicos, análisis de datos económicos y la formulación de pronósticos. La economía, a menudo, requiere el uso de modelos matemáticos y estadísticos para analizar tendencias económicas, tasas de crecimiento, inflación y otras variables económicas. Los economistas también deben ser capaces de interpretar los resultados de los modelos estadísticos y aplicarlos a problemas económicos reales.

En administración, el razonamiento cuantitativo se aplica en áreas como la planificación estratégica, la toma de decisiones, la gestión de operaciones y la gestión de proyectos. Las habilidades cuantitativas permiten a los administradores tomar decisiones basadas en datos, mejorar los procesos operativos, evaluar el rendimiento de la organización y gestionar los recursos de manera eficiente.

Para las finanzas y los negocios, la habilidad para analizar y comprender datos cuantitativos es primordial. La toma de decisiones en estos campos, en general, se basa en un análisis cuantitativo riguroso, es esencial para el análisis financiero y la toma de decisiones de inversión. Los profesionales de las finanzas utilizan herramientas cuantitativas para analizar la rentabilidad de las inversiones, gestionar el riesgo, valorar activos y derivados, y formular estrategias de inversión y financiación.

En contaduría, por último, el razonamiento cuantitativo es fundamental para la gestión y el análisis de la información financiera. Los contadores utilizan habilidades cuantitativas para preparar y analizar estados financieros, realizar auditorías, calcular impuestos y ayudar en la toma de decisiones financieras y de negocios.

b. **Marco internacional**

Si bien existen diferentes estándares internacionales relacionados con la formación en educación superior, es de anotar que los estándares de acreditación hacen énfasis en el proceso de definir y adoptar Resultados de Aprendizaje, medir qué tanto los estudiantes logran dichos Resultados de Aprendizaje, y tomar decisiones sobre el programa basado en las mediciones realizadas. Por otra parte, aunque los programas son autónomos en definir y adoptar los Resultados de Aprendizaje del programa que mejor representen sus objetivos educacionales, es claro que, de acuerdo con el área disciplinar, es necesario tener algunos marcos comunes de lo que se considera necesario para un buen desarrollo del profesional.

En el caso particular del Accreditation Board for Engineering and Technology – ABET, en su versión más reciente incluye los siguientes dos Resultados de Aprendizaje, o Student Outcomes, para programas de ingeniería, los cuales están particularmente relacionados con la formación en Ciencias Básicas y el Razonamiento Cuantitativo:

SO1 - An ability to identify, formulate, and solve complex engineering problems by applying principles of engineering, science, and mathematics.

SO6 - An ability to develop and conduct appropriate experimentation, analyze and interpret data, and use engineering judgment to draw conclusions.

Entre tanto, para el caso de Ciencias Aplicadas, resaltamos los siguientes dos Resultados de Aprendizaje:

SO1 - An ability to identify, formulate, and solve broadly defined technical or scientific problems by applying knowledge of mathematics and science and/or technical topics to areas relevant to the discipline.

SO2 - An ability to conduct experiments or test theories, as well as to analyze and interpret data.

Por otra parte, para los programas técnicos o tecnológicos resaltamos los siguientes dos Resultados de Aprendizaje de entre los propuestos por ABET:

SO1 - An ability to apply knowledge, techniques, skills and modern tools of mathematics, science, engineering, and technology to solve well-defined engineering problems appropriate to the discipline.

SO4 - An ability to conduct standard tests, measurements, and experiments and to analyze and interpret the results.

A partir de lo expuesto, puede concluirse que las habilidades de identificar, formular y resolver problemas complejos aplicando principios de ciencias y matemáticas, así como diseñar y realizar experimentación apropiada, analizar datos y usar juicios basados en ciencias para obtener conclusiones, son particularmente importantes para un amplio grupo de disciplinas en ingeniería, ciencias aplicadas y tecnología.

c. Insumos institucionales

En la Universidad Tecnológica de Bolívar se emplea un conjunto diverso de recursos institucionales para enriquecer y optimizar el proceso educativo de los estudiantes. Este conjunto incluye el Proyecto Educativo Institucional, el Sello Institucional, y el Modelo de Aseguramiento de Resultados de Aprendizaje - MAREA, todos actuando como guías esenciales para la mejora continua de la formación integral de los estudiantes. Asimismo, herramientas adicionales como los análisis de las pruebas Saber Pro y las evaluaciones de ACOFI, ofrecen información valiosa para identificar y potenciar las competencias que los estudiantes han adquirido.

El Sello Institucional de la Universidad Tecnológica de Bolívar se fundamenta en competencias alineadas con la capacidad de la institución para proyectarse a sí misma, y a sus estudiantes y egresados, en un mundo en constante cambio y creciente complejidad. Este sello se articula en torno a cuatro competencias esenciales (ver Figura 1), que se espera que los egresados puedan demostrar tras su graduación. Cada una de estas competencias se traduce en uno o más Resultados de Aprendizaje (RA), elementos que los estudiantes deben ser capaces de evidenciar a lo largo de su formación y se asocian a cada competencia y su nivel de desarrollo es progresivo, en consonancia con los avances en el proceso formativo.

Figura 1
Competencias del sello institucional



Nota. Imagen extraída de la presentación simposio general 29 de marzo 2023.

Para reforzar su excelencia académica, la UTB ha puesto en práctica el MAREA. Este modelo busca implementar estrategias de evaluación en distintas etapas de la formación educativa, proporcionando resultados sólidos que favorecen el cumplimiento de los compromisos pedagógicos que la

universidad ha prometido a la sociedad a través de su oferta académica.

El enfoque estratégico de MAREA se orienta a garantizar que los estudiantes adquieran las habilidades y logren los resultados de aprendizaje previstos en el diseño curricular de cada programa de la UTB. Esto se lleva a cabo en sintonía con las directrices del contexto educativo colombiano, que enfatiza que los estudiantes deben alcanzar los resultados de aprendizaje correspondientes tanto a las competencias genéricas como a las específicas evaluadas en las pruebas Saber Pro. Además, las competencias del sello institucional, definidas por la UTB, se alinean con las demandas del entorno, teniendo en cuenta los intereses, las necesidades y las expectativas de las partes interesadas involucradas en el proceso educativo.

En el contexto de estas necesidades evaluativas, MAREA emerge como un modelo que identifica e implementa estrategias de mejora basadas en el progreso continuo de los estudiantes durante su trayectoria educativa en la institución. Al cotejar los resultados de aprendizaje proyectados (según el modelo MAREA) con los resultados efectivamente obtenidos en las pruebas Saber Pro, la universidad puede identificar áreas donde los estudiantes requieren apoyo adicional y, en consecuencia, ajustar sus estrategias pedagógicas para proporcionar el respaldo necesario.

Adicionalmente, en la Facultad de Ingeniería se lleva a cabo el Examen de Ciencias Básicas (EXIM), supervisado por la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería. Este examen sirve como una herramienta de evaluación externa, diseñada para evaluar el progreso de la formación en estas áreas fundamentales del conocimiento y proporciona información independiente que facilita la evaluación de los resultados de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería.

El EXIM se estructura en torno a las disciplinas de Matemáticas, Física, Química y Biología, cada una con un enfoque en los dominios conceptuales que se esperan en la formación de ingenieros. En línea con los esfuerzos de aseguramiento de la calidad y la formación de profesionales destacados, este examen se aplica a un grupo homogéneo de estudiantes, específicamente, aquellos que se encuentran a la mitad de su trayectoria académica. Los resultados de este examen proporcionan valiosa información para evaluar los procesos de aprendizaje de los estudiantes, permitiendo a la institución ajustar y mejorar continuamente su enfoque pedagógico.

Estos sistemas de evaluación, tales como MAREA, las pruebas Saber Pro y el EXIM de ACOFI, nos brindan una perspectiva general de las habilidades adquiridas por los estudiantes en competencias genéricas, entre ellas el razonamiento cuantitativo, que se encuentra intrínsecamente ligado a los cursos de ciencias básicas. Estos cursos, fundamentales en la formación académica, establecen una base robusta de conocimientos que enriquece el razonamiento cuantitativo y proporcionan las herramientas vitales para comprender y resolver conceptos y problemas más avanzados en etapas posteriores de su formación.

d. Grupos focales

Otro componente esencial como recurso institucional es reunir las percepciones de diversos profesores sobre el tratamiento en sus programas de la competencia de razonamiento cuantitativo y su relación con las ciencias básicas. Con este propósito, se organizaron grupos focales compuestos por decanos, directores de programas y profesores. En estos grupos, se debatió el papel crucial que desempeñan los cursos de ciencias básicas en los planes de estudio y su vínculo con la competencia de razonamiento cuantitativo.

La recopilación de información y los análisis de estas visiones ofrecen una comprensión diversificada del enfoque pedagógico actual, además de aportar información valiosa para la toma de decisiones basada en la experiencia y el conocimiento de actores que están involucrados en el proceso educativo. Por tanto, estas visiones constituyen una fuente significativa de información para la revisión y la mejora de currículos y las estrategias de enseñanza.

A continuación, presentamos los nombres de los profesores que aportaron sus puntos de vista en estas discusiones, representando cada uno a su respectiva facultad en los grupos focales:

Tabla 1

Profesores grupos focales

Grupo Focal 1: Facultad de Ciencias Básicas	Grupo Focal 2: IDEEAS y Escuela de Negocios	Grupo Focal 3: Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades, Facultad de Derecho y Facultad de Arquitectura	Grupo Focal 4: Facultad de Ingeniería
Jorge Muñiz	Jorge Luis del Río	Alberto Herrera	Sonia Contreras
Julio Hurtado	Alba Zulay Cárdenas	Giannina Guerrero	Directores de programa
Eder Barrios	Rolando Ariza Olaya	Graciela Franco	
Danilo Ariza	Martha Castro	Juan Sebastián Perilla	
José Luis Villa	Andrés Alean	José Luis Villa	
Lenny Romero	José Luis Villa	Lenny Romero	
	Lenny Romero		

El primer grupo focal, conformado por profesores de larga trayectoria de la Facultad de Ciencias Básicas, realizó un análisis sobre la evolución de la facultad en la UTB. Abordaron los antecedentes, el impacto de reformas pasadas con relación a los cursos de ciencias básicas y resaltaron la crucial importancia de estos cursos para alcanzar las habilidades y competencias establecidas. Además, resaltaron la relevancia de estos cursos en el desarrollo del razonamiento cuantitativo en los estudiantes, proporcionándoles las herramientas necesarias para entender y aplicar los conceptos aprendidos en estos ámbitos.

No obstante, se señaló una preocupación significativa respecto a que muchos estudiantes ingresan a la universidad con deficiencias en estas áreas desde el bachillerato, brechas que no siempre se logran superar a lo largo de los cursos. En consecuencia, instaron a la universidad a implementar estrategias de nivelación más rigurosas y extensivas para todos los estudiantes que ingresan en el primer semestre, considerando esto como un paso esencial para garantizar un mejor rendimiento académico.

El segundo grupo focal, compuesto por profesores de la Escuela de Negocios e IDEEAS, centró su discusión en la trascendencia de las matemáticas y la estadística en sus programas. Se exploraron temáticas como su contenido, la importancia del razonamiento cuantitativo y las necesidades de los cursos que promuevan esta competencia. Los profesores recalcaron la relevancia de las matemáticas y estadísticas como elementos integradores entre el programa de Economía y los de la Escuela de Negocios. Estas disciplinas, por su esencia cuantitativa y analítica, demandan una robusta base matemática que facilite la interpretación y la resolución de problemas en contextos específicos.

Asimismo, se expresó preocupación sobre la modalidad remota en los cursos magistrales de matemáticas. Destacaron

los desafíos que esta representa para el aprendizaje de los estudiantes y el hecho de que el ambiente en el que reciben las clases puede no ser el más adecuado para la asimilación de los contenidos. Se subrayó la necesidad de adaptar la bibliografía empleada en los cursos particularmente en el contexto de los programas de Economía y de la Escuela de Negocios, adaptando ejemplos y ejercicios en esas áreas. Esta adaptación conferirá mayor relevancia a los cursos de ciencias básicas, mejorando la comprensión temática y reforzando el razonamiento cuantitativo de los estudiantes.

De igual forma, se destacó la relevancia de los cursos de estadística, particularmente en un contexto actual donde el análisis de datos y la interpretación estadística se han vuelto componentes esenciales en la toma de decisiones económicas y de negocios. Finalmente, los profesores subrayaron que es importante que los estudiantes tengan una base matemática firme desde el primer semestre para fortalecer habilidades matemáticas y minimizar la deserción estudiantil. En respuesta a las dificultades que observan en los estudiantes provenientes del bachillerato, sugieren incluir un curso de matemáticas básicas en los programas.

El tercer grupo focal, conformado por decanos y profesores de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades, la Facultad de Arquitectura y la Facultad de Derecho, discutió la relación entre los cursos de ciencias básicas y sus respectivos programas de estudio. Notablemente, los programas de estas facultades tienen un solo curso de matemáticas, una presencia mínima de estadística y, en el caso del programa de Arquitectura, no hay componentes de ciencias básicas en su currículo.

Desde la Facultad de Derecho, se mencionó la dificultad que los estudiantes enfrentan con las matemáticas y la estadística, sugiriendo que los estudiantes no ven la relevancia de estas asignaturas para sus carreras. Se propuso un enfoque más

aplicado y relevante para las ciencias básicas en Derecho, utilizando contextos reales y prácticos relacionados con la carrera.

En contraposición, desde la Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades, se argumentó que las matemáticas y estadísticas deberían ser estándares e integrales en todos los programas de estudio, sin hacer distinciones por áreas académicas.

Por su parte, desde la Facultad de Arquitectura, se destacó la importancia de las ciencias básicas, mencionando que son fundamentales para organizar el pensamiento. Se reconoció que los estudiantes suelen llegar con un nivel básico de comprensión en estas áreas y se expresó la esperanza de que la reestructuración curricular incorpore más componentes de cursos de ciencias básicas en el programa.

Por último, es importante destacar que la reunión del cuarto grupo focal tuvo lugar en el contexto del comité de la Facultad de Ingeniería, tal como queda registrado en el acta ACF-9-9-7+06-07-2023. Durante este encuentro, se efectuó una revisión de los requisitos de las ciencias básicas en los programas de ingeniería asociados a la acreditación ABET. Esta acreditación, desde la perspectiva de las ciencias básicas, demanda una combinación de cursos de matemáticas y ciencias naturales que incluyen experiencia experimental, los cuales se han logrado cubrir con los cursos impartidos en el área de ciencias básicas.

Sin embargo, durante el análisis de situaciones específicas de los programas, los profesores resaltaron que el formato remoto para los cursos magistrales de matemáticas no resulta ser la estrategia más efectiva para los estudiantes que, a menudo, llegan con brechas académicas desde su formación de bachillerato. Además, la falta de presencialidad puede representar un obstáculo para la adecuada comprensión de los conceptos y modelos matemáticos. Paralelamente, por el

tamaño de los cursos y las limitaciones tecnológicas pueden dificultar la habilidad del estudiante para seguir instrucciones en línea. Por último, se resaltó el impacto negativo que genera la falta de un entorno de aprendizaje cómodo y propicio, el cual puede comprometer la concentración y el aprendizaje significativo del estudiante durante las clases.

Para concluir, se destacó el rol que tienen la estadística y el análisis de datos en los programas de ingeniería, por lo que se recomendó la incorporación de los dos cursos de estadística, Estadística y Probabilidad como Estadística Inferencial en aquellos programas que todavía no han adoptado este segundo curso. Además, se resaltó la necesidad de que los contenidos de los cursos de matemáticas no se limiten a conceptos teóricos, sino que se orienten hacia aplicaciones prácticas relacionadas con los problemas y desafíos propios de la ingeniería.

3. UNA BREVE MIRADA A LA EVOLUCIÓN Y LAS MODIFICACIONES CURRICULARES EN LA FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS DE LA UTB

En esta sección se describe brevemente la trayectoria de la facultad desde su origen hasta su estado actual. Se presentan los cambios y las adaptaciones realizadas en respuesta a las normativas y demandas de calidad en la educación superior en Colombia, desde la promulgación de la Ley 30 en 1992 hasta el presente. Se traza la historia de la facultad desde sus inicios, cuando los cursos de ciencias básicas eran impartidos por varios programas de la facultad de ingeniería, hasta su consolidación como la entidad encargada de la formación esencial en ciencias, matemáticas y estadística. De igual manera, se hace un resumen de las reformas curriculares más recientes, que incluyen la adopción de un enfoque basado en competencias, la incorporación de un curso de nivelación en matemáticas, y

la actualización de los cursos que se ofrecen. Este capítulo se fundamenta principalmente en información obtenida del libro “Las ciencias básicas en la UTB” (Muñiz et al., 2011), así como en datos suministrados por un Grupo Focal 1, integrado por varios profesores con extensa trayectoria en la facultad.

a. **Sobre la trayectoria de la Facultad de Ciencias Básicas**

A lo largo de su evolución, la Facultad de Ciencias Básicas ha buscado adaptarse a los cambios normativos y a las exigencias de calidad en la educación superior. Con la aprobación de la Ley 30 en 1992, que estableció estándares de calidad y supervisión en la educación superior en Colombia, la UTB se vio impulsada a revisar y mejorar sus programas académicos. En este contexto, la Facultad de Ciencias Básicas surgió como respuesta a la necesidad de cumplir con los nuevos requisitos y garantizar la calidad y credibilidad de los procesos educativos.

En sus inicios, la administración de los cursos de ciencias básicas recaía en los programas académicos de la facultad de ingeniería. Varios programas de ingeniería asumían la responsabilidad de enseñar su respectiva disciplina, lo que resultaba en una distribución específica de estas materias dentro de la institución.

A mediados de la década de los 90, el Consejo Académico confirió a la Facultad de Ciencias Básicas el liderazgo en la administración de cursos de física, química y matemáticas; este acto denotaba un fuerte compromiso con la excelencia académica y la estandarización de la educación en ciencias y matemáticas. Paralelamente, en ese mismo período, la facultad también asumió la coordinación en Ciencias Humanas, asumiendo de este modo la responsabilidad de la formación humanística de la UTB. Esta medida estratégica buscó consolidar la formación lógico-matemática (ciencias exactas) junto con la formación humanística (ciencias humanas y sociales) dentro de la facultad. Como resultado, la Facultad de

Ciencias Básicas pasó a administrar no solo los cursos de corte científico y matemático, sino también aquellos relacionados con el ámbito sociohumanístico.

A principios del 2000, la coordinación de humanidades fue trasladada a la recién creada Facultad de Ciencias Sociales. Desde entonces, la Facultad de Ciencias Básicas consolidó su compromiso con la formación fundamental en ciencias, matemáticas y estadística. Al finalizar la primera década del 2000, la universidad inició una importante fase de expansión de su infraestructura que incluyó la construcción del edificio A5, actual sede de la Facultad de Ciencias Básicas. Como una pieza esencial de esta expansión, se construyeron y modernizaron cinco laboratorios de ciencias básica actualmente nombrados Física Mecánica, Física Eléctrica, Física de Calor y Ondas, Biología y Química.

Cada uno de estos laboratorios se encuentra equipados con instrumentos y materiales, donde los estudiantes adquieren habilidades experimentales cruciales para su desarrollo académico, además de mejorar sus capacidades de colaboración y comunicación oral y escrita. Los laboratorios no solo permiten la aplicación tangible de conceptos teóricos, sino que también promueven el desarrollo del razonamiento cuantitativo. Allí, los estudiantes manipulan datos experimentales, identifican patrones, analizan resultados y hacen predicciones, todas habilidades esenciales del razonamiento cuantitativo. Al interactuar directamente con fenómenos físicos, químicos y biológicos, los estudiantes potencian su capacidad para comprender, analizar e interpretar información numérica, competencia indispensable en su formación profesional.

Desde su consolidación, la Facultad de Ciencias Básicas ha mantenido su compromiso de ofrecer una sólida formación en ciencias, matemáticas y estadísticas para estudiantes de las facultades de Ingeniería, Ciencias Sociales y Humanidades, la

Escuela de Negocios, IDEEAS, y Derecho. Para asegurar la excelencia en la enseñanza, la facultad cuenta con profesores con título de maestría o doctorado especializados en cada disciplina, quienes brindan una educación de alta calidad y promueven en sus estudiantes un aprendizaje significativo.

La Facultad de Ciencias Básicas está compuesta por cuatro coordinaciones: Matemáticas, Estadística, Física, Química y Biología, cada una bajo la supervisión de su correspondiente coordinador. A su vez, una coordinación adicional se ocupa de la administración e implementación del programa ONDAS, una iniciativa del Ministerio de Ciencias que tiene como objetivo promover la vocación científica y tecnológica especialmente entre los jóvenes más vulnerables del país. Esta coordinación también dirige proyectos en las áreas de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM), enfocados en disminuir la brecha de género, dirigidos tanto a jóvenes de instituciones educativas de secundaria del departamento de Bolívar como a estudiantes de la UTB.

En lo que respecta a su propuesta académica, la Facultad de Ciencias Básicas cuenta con tres programas de posgrado: la Especialización en Estadística Aplicada, la Maestría en Estadística Aplicada y Ciencia de Datos y la Maestría en Bioinformática. Asimismo, en un esfuerzo por mantenerse al día con las demandas del mercado laboral y las tendencias globales, la facultad ha anunciado la introducción del programa de pregrado en Ciencia de Datos. Este programa busca preparar a los estudiantes para convertirse en expertos en el manejo, el análisis y la interpretación de datos, una habilidad cada vez más valorada en un mundo cada vez más digitalizado y dependiente de la información.

La facultad, dada su vocación por la prestación de servicios que contribuye al desarrollo integral de los estudiantes, tiene un enfoque interdisciplinario que promueve la colaboración y

el intercambio de conocimientos entre diferentes programas de la universidad, destacándose la maestría y el doctorado en ingeniería. Cabe señalar que el cuerpo docente de la facultad no solo se dedica a la enseñanza, sino que también participa activamente en la investigación, lo que enriquece la experiencia educativa y contribuye al avance del conocimiento en sus respectivas disciplinas.

b. Sobre las recientes reformas curriculares

La Universidad Tecnológica de Bolívar ha implementado varias reformas curriculares a lo largo de su historia, una estrategia esencial para adaptar sus procesos académicos a los cambios constantes en las exigencias educativas, científicas y laborales. Estas reformas reflejan un compromiso con la excelencia académica y permiten que los programas se mantengan actualizados y relevantes, mejorando la calidad de la enseñanza y el aprendizaje. En este documento, analizaremos las recientes, proporcionando una base para comprender el contexto de la propuesta de reforma curricular para 2023-2024.

La primera reforma curricular que analizaremos se implementó en 2006, cuando la universidad emprendió un rediseño generalizado de todos sus programas de pregrado, adoptando un enfoque centrado en competencias. Durante este proceso, la Facultad de Ciencias Básicas inició la revisión y actualización de sus cursos, entre los que se incluyen Cálculo I, II, III, Álgebra Lineal, Ecuaciones Diferenciales, Física I, II, III, Química y Biología. Este proceso de reforma también incluyó la transferencia de los cursos de estadística (Estadística I y II) a la administración de la Facultad de Ciencias Básicas, como se refleja en Acta del Consejo Académico.

Durante esta reforma, se establecieron competencias específicas para cada curso y se elaboraron syllabus detallados para guiar la programación docente y la evaluación. La implementación de estos cambios fomentó el autoaprendizaje

de los estudiantes. La introducción de syllabus detallados y la utilización de la plataforma virtual SAVIO facilitaron el seguimiento y la evaluación de los cursos desde el inicio del semestre. Estos cambios propiciaron un enfoque educativo basado en competencias, promoviendo un aprendizaje significativo y una interacción más estrecha entre estudiantes y profesores. Además, la integración de tecnologías de la información y la comunicación reforzó la formación integral de los estudiantes y apoyó su aprendizaje autónomo en la UTB

En el segundo semestre de 2014, con la modernización de los laboratorios de Ciencias Básicas, se amplió la cobertura del componente experimental hasta los cursos de Física III, Biología y Química. Los laboratorios correspondientes a estos cursos integrados directamente en el currículo de cada asignatura se programan en horarios distintos a las horas teóricas y son supervisados por un profesor con autonomía en su gestión, aunque siempre alineado con las directrices del sílabo, como ya se hacía en los cursos de física desde la reforma precedente.

En el año 2016 con el ajuste de los créditos de los cursos de inglés en los programas de pregrado de la UTB, se incorporó en el primer semestre de los programas de ingeniería un curso de Matemáticas Básicas, con el objetivo de nivelar el conocimiento matemático de los estudiantes provenientes de la educación secundaria. El propósito del curso es revisar conceptos y habilidades matemáticas básicas como álgebra, funciones, trigonometría, exponentes, logaritmos y geometría, que serán esenciales para comprender los conceptos más avanzados que se estudiarán en cursos posteriores de matemáticas, física y ciencias de la ingeniería.

En el año 2019, con la intención de estandarizar el ciclo básico en la universidad, se implementaron cambios en los cursos de ciencias básicas. Se implementó la reestructuración y el cambio de nombre de los cursos, garantizando que todas las

disciplinas impartieran contenidos idénticos. Así, los cursos de Matemáticas I, II y III de la Facultad de Economía y Negocios, se transmutaron en Cálculo Diferencial, Integral y Vectorial. De manera similar, los cursos de Cálculo I, II y III de la Facultad de Ingeniería se renombraron a Cálculo Diferencial, Integral y Vectorial, y Ecuaciones Diferenciales evolucionó a Ecuaciones Diferenciales y en Diferencia. Por su parte, los cursos de Física I, II, III adoptaron los nombres de Física Mecánica, Física de Electricidad y Magnetismo, y Física Calor y Ondas. Además de la reestructuración nominal, esta reforma incluyó una revisión general del contenido de los cursos. En la facultad de ingeniería e incluyeron cursos disciplinares y se incluyó en todos los programas de ingeniería el curso de Procesamiento Numérico.

c. Distribución de créditos de cursos de ciencias básicas en los programas UTB

Los cursos de ciencias básicas desempeñan un papel fundamental en la formación de los estudiantes, contribuyendo significativamente al desarrollo de la competencia en razonamiento cuantitativo. Esta habilidad, que se entrelaza con diversas disciplinas, engloba la capacidad de comprender, analizar e interpretar información numérica (Quinn, 2013); igualmente, involucra el entendimiento y manejo de relaciones de causa y efecto (Vinitzky-Pinsky y Galili, 2014). Estas relaciones resultan esenciales para explicar y anticipar fenómenos naturales, diseñar experimentos y solucionar problema.

Entender cómo los cambios en una variable pueden afectar a otras es esencial, pues permite la predicción de comportamientos, la manipulación de condiciones y el diseño de estructuras y soluciones basadas en el conocimiento de dichas relaciones (Chorin y Wright, 1999; Romero, 2014; Tariq, 2013). Además de realizar cálculos, el razonamiento cuantitativo exige la habilidad para identificar tendencias, correlaciones y patrones en conjuntos de datos. Exploraremos en cómo los

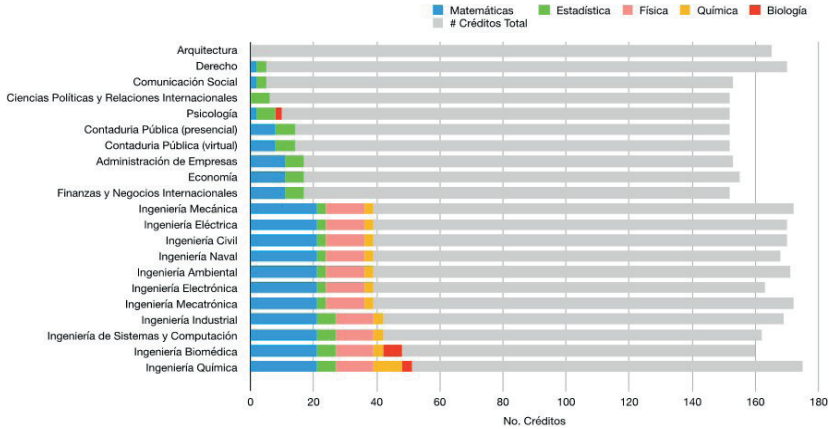
cursos de ciencias básicas potencian esta competencia, y cómo se distribuyen los créditos según el programa académico, analizando su contribución al desarrollo del razonamiento cuantitativo.

En Colombia, la presencia de cursos de ciencias básicas en el currículo académico varía según el programa académico. Habitualmente, se concentran en los primeros semestres, con el objetivo de establecer una sólida base conceptual y metodológica. En la UTB, la asignación de créditos para cursos de ciencias básicas en programas de pregrado refleja una tendencia similar a la nacional. La universidad cuenta con seis facultades y ofrece 21 programas de pregrado, 20 de ellos integran cursos de ciencias básicas con la excepción del programa de arquitectura.

La siguiente figura muestra la distribución de créditos de ciencias básicas, discriminados por áreas, en relación al total de créditos por programa académico. Esta distribución refleja las demandas de los programas en términos de ciencias básicas alineadas con su proyecto educativo. Sin embargo, también resalta la prioridad que cada programa asigna al desarrollo de habilidades y competencias en estas áreas, incluyendo el razonamiento cuantitativo.

Figura 2

Número de créditos con código CBAS relativo al total de créditos por programa en la UTB



En la Figura 2 observamos que algunos programas tienen una proporción mayor de créditos de ciencias básicas en el currículo de acuerdo a las exigencias profesionales de la disciplina; no obstante, es sabido que el desarrollo del razonamiento cuantitativo es multifacético y cada disciplina de las ciencias básicas aportan de manera única. Por esta razón, se describe brevemente cómo estas disciplinas aportan al razonamiento cuantitativo en los distintos programas en la UTB.

Matemáticas:

- **Contribución:** las matemáticas ofrecen una formación fundamental en el desarrollo de habilidades abstractas, lógica y resolución de problemas. Estas habilidades son esenciales para cualquier tipo de razonamiento cuantitativo (Boaler, 2015).

Estadística:

- **Contribución:** la estadística brinda herramientas para comprender, analizar e interpretar datos. Es esencial para la toma de decisiones basadas en datos y para entender

variabilidad, incertidumbre y patrones (Moore y Kirkland, 2007).

Ciencias Naturales (Física, Química y Biología):

- **Contribución:** estas disciplinas no solo involucran cálculos y teorías, sino también experimentación práctica. Los laboratorios permiten a los estudiantes aplicar conceptos teóricos en situaciones reales, desarrollando una comprensión más profunda y tangible de los principios cuantitativos (Finkelstein et al., 2005; Hodson, 1996).

El aporte de estas diferentes disciplinas al razonamiento cuantitativo subraya la importancia de una formación diversa. No obstante, el objetivo del programa es crucial; por ejemplo, las ingenierías, por naturaleza, requieren de una sólida base en matemáticas, física, estadística y otras ciencias para resolver problemas complejos de diseño, construcción, investigación y optimización. En cambio, las ciencias sociales abordan la comprensión de los fenómenos humanos desde múltiples perspectivas. A pesar de ello, programas como economía o psicología, efectivamente, requieren de habilidades matemáticas y estadísticas avanzadas. Esta distinción pone de manifiesto que, mientras algunas disciplinas se beneficiarían de una formación más amplia en el razonamiento cuantitativo, otras ya tienen incorporados estos elementos esenciales en su currículo.

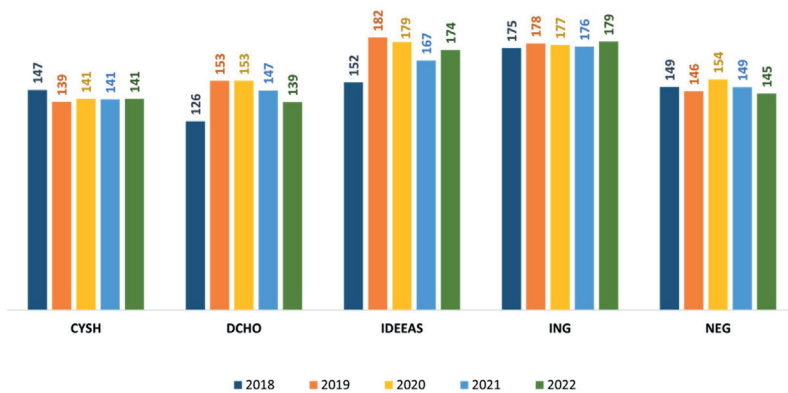
Sin embargo, en el contexto de tendencias modernas como la inteligencia artificial y la ciencia de datos, es evidente que áreas como las ciencias políticas, la comunicación social y los negocios también están experimentando un cambio paradigmático. El mundo laboral actual demanda competencias en razonamiento cuantitativo y análisis de datos en una variedad de campos, incluso en aquellos tradicionalmente no asociados con estas habilidades. Por lo tanto, la adaptación de los currículos para incorporar estas habilidades no solo beneficia a los estudiantes

en su formación académica, sino que, además, los prepara para enfrentar y liderar en un mundo cada vez más influenciado por la digitalización y la toma de decisiones basadas en datos.

Para evaluar el rendimiento de los estudiantes de la UTB en la competencia de razonamiento cuantitativo, según la prueba Saber Pro, se presenta la Figura 3, que ilustra el puntaje obtenidos por cada facultad desde el 2018 hasta el 2022. Es posible observar, que la Facultad de Ingeniería tiene un mejor desempeño en esta competencia, seguida por IDEEAS y la Escuela de Negocios. Tales datos reflejan una tendencia clara: estas facultades que intrínsecamente enfatizan el razonamiento cuantitativo en su currículo, tienden a mostrar una mayor fortaleza en esta área. Sin embargo, las facultades con un enfoque diferente podrían encontrar más desafíos en esta área, subrayando así la importancia de incorporar y enfatizar el razonamiento cuantitativo en todos los campos del saber.

Figura 3

Puntaje Razonamiento Cuantitativo Pruebas Saber Pro UTB 2018-2022



La Tabla 2 muestra los puntajes de la competencia de razonamiento cuantitativo en la prueba Saber Pro para los

distintos programas de la UTB, abarcando el período 2018-2022. Los símbolos “▲” y “▼” señalan un incremento o decrecimiento en los puntajes respecto al año previo, mientras que “—” indica que no hubo variación.

Tabla 2

Puntaje de razonamiento cuantitativo de la prueba Saber Pro 2018-2022

Programa	2018	2019	2020	2021	2022
ADMINISTRACION DE EMPRESAS	144	▲ 150	▲ 156	▼ 145	▼ 144
CIENCIA POLITICA Y RELACIONES INTERNACIONALES	151	▼ 135	▲ 158	▲ 162	▼ 151
COMUNICACION SOCIAL	134	▼ 132	▲ 135	▼ 129	▲ 134
CONTADURIA PUBLICA	145	▼ 146	▲ 164	▼ 150	▼ 145
CONTADURIA PUBLICA - Virtual	142	▼ 137	▼ 133	— 133	▲ 142
DERECHO	139	▲ 153	— 153	▼ 147	▼ 139
ECONOMIA	174	▲ 182	▼ 179	▼ 167	▲ 174
FINANZAS Y NEGOCIOS INTERNACIONALES	151	— 157	▲ 169	▼ 162	▼ 151
INGENIERIA AMBIENTAL	161	▼ 166	▼ 160	▲ 175	▼ 161
INGENIERIA CIVIL	180	▲ 180	▼ 179	▼ 173	▲ 180
INGENIERIA DE SISTEMAS	155	▼ 166	▲ 174	▼ 170	▼ 155
INGENIERIA ELECTRICA	181	▲ 189	▼ 182	▼ 171	▲ 181
INGENIERIA ELECTRONICA	183	▲ 181	▼ 178	▼ 176	▲ 183
INGENIERIA INDUSTRIAL	165	▲ 173	▲ 175	▼ 164	▲ 165
INGENIERIA MECANICA	190	▼ 185	▼ 182	▲ 184	▲ 190
INGENIERIA MECATRONICA	183	▲ 196	▼ 193	▲ 195	▼ 183
INGENIERIA NAVAL	184	—	—	▲ 182	▲ 184
INGENIERIA QUIMICA	185	▼ 207	▼ 176	▲ 196	▼ 185
PSICOLOGIA	141	▼ 144	▲ 146	▼ 141	— 141
UTB	161	143	150	159	161

▼ Menor a T-1 — Sin diferencias ▲ Mayor a T-1

A lo largo de los años, se aprecian fluctuaciones en la mayoría de los programas, con pocos manteniendo una tendencia constante, ya sea de crecimiento o disminución. La fluctuación en los puntajes, sugiere que puede haber factores variables, como cambios curriculares, metodología docente o cohortes estudiantiles con distintas preparaciones previas, que influyen en el rendimiento de los estudiantes año tras año.

Es destacable el alto rendimiento sostenido de todos los programas de ingeniería. En particular, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica registran puntajes sobresalientes en relación con otros programas. Por su parte, el programa de Economía sostiene puntajes superiores al promedio a lo largo

del quinquenio. En contraste, programas como Comunicación Social, Derecho y Psicología suelen presentar puntajes más modestos. Hay que reconocer que el razonamiento cuantitativo puede no ser el enfoque principal de estos programas; no obstante, las habilidades cuantitativas son valiosas en cualquier disciplina, por lo que puede haber espacio para fortalecer esta competencia en dichos programas.

Estos datos refuerzan la idea de que los programas tradicionalmente cuantitativos, como las ingenierías y la economía, tienden a tener un mejor desempeño en la competencia de razonamiento cuantitativo. Sin embargo, es esencial señalar que todos los programas, independientemente de su naturaleza, tienen el potencial de mejorar en esta área, como lo demuestra la variabilidad en los puntajes de año en año.

Para concluir, es preciso decir que el énfasis en el razonamiento cuantitativo en ciertos programas es evidente, y la importancia de esta habilidad en el mundo moderno, especialmente con la creciente influencia de la inteligencia artificial, la ciencia de datos y otros campos relacionados, no puede ser subestimada. Es posible que programas de ciencias sociales y humanidades puedan beneficiarse de una mayor integración de cursos cuantitativos o módulos específicos para mejorar estas habilidades en el futuro.

4. EL RAZONAMIENTO CUANTITATIVO

Según el MEN (2013), el razonamiento cuantitativo se define como las habilidades matemáticas fundamentales que todo individuo debería poseer, independientemente de su profesión u oficio, para poder desempeñarse eficientemente en situaciones cotidianas. El razonamiento cuantitativo implica

una serie de competencias que surgen de una formación en ciertas áreas de las matemáticas y la capacidad de aplicar estos conocimientos matemáticos en contextos prácticos. Es el análisis y la interpretación de datos del mundo real en el contexto de una disciplina o en un problema interdisciplinario para sacar conclusiones, lo que es relevante para el ejercicio profesional de los egresados (Elrod, 2014). De hecho, el razonamiento cuantitativo es uno de los resultados de aprendizaje esenciales propuestos por la Asociación Americana de Colegios y Universidades (AAC&U).

Es importante resaltar que el razonamiento cuantitativo es una competencia transversal que desempeña un papel crucial en aquellos cursos que requieren analizar, generalizar, validar, relacionar y ejemplificar conceptos y situaciones. Aunque los cursos de ciencias básicas constituyen un pilar esencial en la adquisición de esta competencia, el razonamiento cuantitativo no está limitado a ellos. Se debe desarrollar de manera transversal, pero de una manera explícita e intencionada. La AAC&U (2007) afirma que las habilidades prácticas e intelectuales deben ser ejercitadas de manera extensiva, a lo largo de todo el currículo, en el contexto de problemas, proyectos y estándares de desempeño cada vez más desafiantes. Por lo tanto, el razonamiento cuantitativo parece ser mucho más que un resultado de aprendizaje de la educación general; debe lograrse dentro de la especialidad, pero también más allá de ella. El razonamiento cuantitativo se encuentra en la intersección del pensamiento crítico, las habilidades básicas de matemáticas y las disciplinas o contextos del mundo real para el aprendizaje.

Figura 4

Razonamiento cuantitativo dentro del currículo



Nota. Tomado de “Quantitative reasoning: The next “across the curriculum” movement” (p. 6), por S. Elrod, 2014, Peer Review, 16(3).

Cabe señalar que Hughes-Hallett (2001) sostiene que la enseñanza del razonamiento cuantitativo debe realizarse dentro del marco de las disciplinas, dado que una parte crucial del resultado de aprendizaje es la habilidad de identificar relaciones cuantitativas en diversos contextos. Además, argumenta que la esencia del razonamiento cuantitativo es interdisciplinaria, pues implica la resolución de problemas contextuales en situaciones del mundo real. Sin embargo, es en el ciclo básico donde muchas instituciones sitúan la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación de competencias

fundamentales como el razonamiento cuantitativo. Una de las primeras decisiones que una institución debe tomar al abordar el aprendizaje del razonamiento cuantitativo es determinar en qué parte del currículo se espera que los estudiantes adquieran estas habilidades y, por lo tanto, dónde el profesorado enseñará y evaluará dichas habilidades.

Incorporar el razonamiento cuantitativo en el componente disciplinar no necesariamente significa esperar llegar al ciclo profesional. Por ejemplo, existen casos exitosos de integrar el razonamiento cuantitativo en cursos introductorios profesionales en carreras que tradicionalmente no tienen componentes matemáticos como requisitos (Hester et al., 2014). Tradicionalmente, los estudiantes de las ciencias de la vida, las ciencias sociales y humanidades no suelen experimentar las matemáticas en el contexto de sus disciplinas. Además, la evidencia anecdótica sugiere que los estudiantes que se perciben como débiles en matemáticas suelen gravitar hacia estas áreas porque consideran estas disciplinas como de “libres de números”. Por ende, es indispensable que el razonamiento cuantitativo se integre desde temprano en cursos propiamente de la disciplina complementado con cursos del ciclo básico, como matemáticas, ciencias naturales y estadística.

5. PROPUESTA FINAL: RESULTADO DE APRENDIZAJE PROPUESTO A PARTIR DE LOS ANTECEDENTES, LA REVISIÓN DE LITERATURA Y LAS COMPETENCIAS O HABILIDADES IDENTIFICADAS EN MATERIA DE INVESTIGACIÓN FORMATIVA EN LA UTB

Para elaborar esta propuesta final, se tuvieron en cuenta los antecedentes institucionales, incluyendo elementos clave del sello institucional y las competencias más comunes

relacionadas con los conocimientos y habilidades esperadas en el ámbito de las ciencias básicas y el razonamiento cuantitativo. Este resultado de aprendizaje surge de la necesidad de incluir en todos los programas de estudio de la universidad una competencia esencial en el razonamiento cuantitativo. Se ha diseñado de tal manera que sea relevante y aplicable a todos los campos disciplinares, independientemente de su naturaleza cuantitativa.

El resultado de aprendizaje tiene un propósito de inclusión y flexibilidad. Para los programas que son inherentemente cuantitativos, como las ingenierías, la competencia se aplicará directamente en su campo de estudio. Sin embargo, en aquellos programas que no son de naturaleza cuantitativa, como el derecho o la comunicación social, esta competencia es igualmente relevante, pero se aplicará en el análisis y la interpretación de tendencias sociales, económicas o de información pública. El objetivo final es que todos los estudiantes, independientemente de su carrera, puedan realizar cálculos, estimaciones y evaluaciones cuantitativas pertinentes y comunicarlas de manera efectiva tanto oralmente como por escrito. Esto refuerza la transversalidad del razonamiento cuantitativo y su importancia en diversas áreas del conocimiento.

Resultado de aprendizaje propuesto con respecto a las ciencias básicas y el razonamiento cuantitativo:

<p>Analizo e Interpreto datos usando técnicas apropiadas y/o herramientas modernas para obtener conclusiones pertinentes a mi campo de estudio.</p>

Competencias para alcanzar el resultado de aprendizaje:

Resultado de aprendizaje	Competencias asociadas
Análisis e Interpretación de datos usando técnicas apropiadas y/o herramientas modernas para obtener conclusiones pertinentes a mi campo de estudio	Habilidades para el uso de procedimientos, métodos o técnicas analíticas adecuadas para la recopilación, procesamiento y análisis de datos, permitiendo identificar tendencias, patrones y relaciones.
	Capacidad para seleccionar y utilizar eficazmente las herramientas o plataformas tecnológicas más adecuadas para el análisis y la interpretación de datos en contextos específicos.
	Capacidad para seleccionar y utilizar eficazmente las herramientas y plataformas tecnológicas más adecuadas para el análisis y la interpretación de datos en contextos específicos.

Con el objetivo de implementar este Resultado de Aprendizaje, esta propuesta incluye algunos de los cursos que podrían ayudar a dar una formación de base y que se afianzaría a través de los cursos de cada malla curricular:

Competencias asociadas	Posibles cursos
Habilidades para el uso de procedimientos, métodos o técnicas analíticas adecuadas para la recopilación, procesamiento y análisis de datos, permitiendo identificar tendencias, patrones y relaciones.	Matemáticas Básicas Estadística y Probabilidad Estadística I Estadística Inferencial
Capacidad para seleccionar y utilizar eficazmente las herramientas o plataformas tecnológicas más adecuadas para el análisis y la interpretación de datos en contextos específicos.	Matemáticas Básicas Estadística y Probabilidad Estadística I Estadística Inferencial
Capacidad para seleccionar y utilizar eficazmente las herramientas y plataformas tecnológicas más adecuadas para el análisis y la interpretación de datos en contextos específicos.	Matemáticas Básicas Estadística y Probabilidad Estadística I Estadística Inferencial

6. REFERENCIAS

American Association of Colleges and Universities [AAC&U]. (2007). *College Learning for the New Global Century*. Report of the Association of American Colleges and Universities.

Boaler, J. (2015). *Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative math, inspiring messages and innovative teaching*. John Wiley & Sons.

Chorin, A., & Wright, M. (2000). *Mathematics and Science*. National Science Foundation.

Decreto 1075 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Educación. 26 de mayo de 2015. Diario Oficial No. 49523. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/30019930>

Decreto 792 de 2001. Por el cual se establecen estándares de calidad en programas académicos de pregrado en Ingeniería. 8 de mayo de 2001. Diario Oficial No. 44418. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1726775>

Dwyer, C. A., Gallagher, A. M., Levin, J., & Morley, M. (2003). *What is Quantitative Reasoning? Defining the Construct for Assessment Purposes*. Educational Testing Service. Research Reports. <http://dx.doi.org/10.1002/j.2333-8504.2003.tb01922.x>

Elrod, S. (2014). Quantitative reasoning: The next “across the curriculum” movement. *Peer Review*, 16(3), 4-8.

Finkelstein, N. D., Adams, W. K., Keller, C. J., Kohl, P. B., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., . . . LeMaster, R. (2005). When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory

equipment. *Physical Review Physics Education Research*, 1(1), 1-8. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.1.010103>

Hester, S., Buxner, S., Elfring, L., & Nagy, L. (2014). Integrating quantitative thinking into an introductory biology course improves students' mathematical reasoning in biological contexts. *CBE—Life Sciences Education*, 13(1), 54-64. <https://doi.org/10.1187/cbe.13-07-0129>

Hodson, D. (1996). Laboratory work as scientific method: Three decades of confusion and distortion. *Journal of Curriculum Studies*, 28(2), 115-135. <https://doi.org/10.1080/0022027980280201>

Hughes-Hallett, D. (2001). *Calculus, Single Variable*. Wiley.

Ley 30 de 1992. Por la cual se organiza el servicio público de la Educación Superior. 28 de diciembre de 1992. Diario Oficial No. 40.700. http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0030_1992.html

Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2013). *Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación. Alineación del examen SABER 11*. Ministerio de Educación Nacional.

Moore, D. S., & Kirkland, S. (2007). *The basic practice of statistics*. Vol. 2. WH Freeman.

Muñiz, J. L., Ojeda, V. V., Yaber, I., Hurtado, J. S., Altamar, H., Gutiérrez-Piñeres, A. C., . . . Ariza, D. (2011). *Las ciencias básicas en la UTB*. Universidad Tecnológica de Bolívar. <https://hdl.handle.net/20.500.12585/9402>

Quinn, R. (2013). *Students' Confidence in the Ability to Transfer Basic Math Skills in Introductory Physics and Chemistry Courses at*

a Community College [Dissertation]. The University of Southern Mississippi.

Resolución 2767 de 2003 [Ministerio de Educación Nacional]. Por la cual se definen las características específicas de calidad para los programas de pregrado en Administración. 14 de noviembre de 2003. <https://www.mineduacion.gov.co/portal/normativa/Resoluciones/85932:Resolucion-2767-de-Noviembre-13-de-2003>

Resolución 2768 de 2003 [Ministerio de Educación Nacional]. Por la cual se definen las características específicas de calidad para los programas de pregrado en Derecho. 13 de noviembre de 2003. <https://www.mineduacion.gov.co/portal/normativa/Resoluciones/86421:Resolucion-2768-de-Noviembre-13-de-2003>

Resolución 2770 de 2003 [Ministerio de Educación Nacional]. Por la cual se definen las características específicas de calidad para los programas de pregrado en Arquitectura. 13 de noviembre de 2003. <https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-86411.html>

Resolución 2773 de 2003 [Ministerio de Educación]. Por la cual se definen las características específicas de calidad para los programas de formación profesional de pregrado en Ingeniería. 13 de noviembre de 2003. <https://www.mineduacion.gov.co/portal/normativa/Resoluciones/86417:Resolucion-2773-de-Noviembre-13-de-2003>

Resolución 2774 de 2003 [Ministerio de Educación Nacional]. Por la cual se definen las características específicas de calidad de los programas de pregrado en Economía. 13 de noviembre de 2003. <https://www.mineduacion.gov.co/portal/normativa/Resoluciones/85939:Resolucion-2774-de-Noviembre-13-de-2003>

Resolución 3457 de 2003 [Ministerio de Educación Nacional]. Por la cual se definen las características específicas de calidad para los programas de pregrado en Comunicación e Información. 30 de diciembre de 2003. <https://www.mineduacion.gov.co/portal/normativa/Resoluciones/86402:Resolucion-3457-de-Diciembre-30-de-2003>

Resolución 3459 de 2003 [Ministerio de Educación Nacional]. Por la cual se definen las características específicas de calidad para los programas de formación profesional de pregrado en Contaduría Pública. 30 de diciembre de 2003. <https://www.mineduacion.gov.co/portal/normativa/Resoluciones/85909:Resolucion-3459-de-Diciembre-30-de-2003>

Resolución 466 de 2007 [Ministerio de Educación Naci. Por la cual se definen las características específicas de calidad para la oferta y desarrollo de programas académicos de formación profesional en Humanidades y Ciencias Sociales. 6 de febrero de 2007. <https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-119030.html>

Rocconi, L. M., Lambert, A. D., McCormick, A. C., & Sarraf, S. A. (2013). Making College Count: An Examination of Quantitative Reasoning Activities in Higher Education. *Numeracy*, 6(2), 1-20. <http://dx.doi.org/10.5038/1936-4660.6.2.10>

Roegiers, X. (2016). *Marco conceptual para la evaluación de competencias*. Oficina Internacional de Educación de la Unesco. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245195_spa

Romero, N.I. (2014). *Relaciones cuánticas y proporcionalidad [Trabajo de grado de maestría, Universidad Nacional de Colombia]*. Repositorio UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/72723>

Tariq, V.N. (2013). Quantitative skills in science. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 44(6), 779-781. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2013.827398>

The American Society of Mechanical Engineers. (2024). ABET - *Accreditation Board for Engineering and Technology*. <https://www.asme.org/asme-programs/students-and-faculty/engineering-education/accreditation-board-for-engineering-and-technology>

Torres, R. M. (2020). *The Lifelong Learning approach: implications for education policy in Latin America and the Caribbean*. Unesco. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373632>

Vinitzky-Pinsky, L., & Galili, I. (2014). ¿The need to clarify relationship between Physics and Mathematics in Science Curriculum: Cultural Knowledge as possible Framework. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 611-616. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.266>



Universidad Tecnológica de Bolívar
Editorial