

PENSAMIENTO CRÍTICO EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Compilador
Luis Fernando **Plaza Gálvez**



Institución de Educación Superior

UCEVA

Unidad Central del Valle del Cauca

PENSAMIENTO CRÍTICO EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Compilador

Luis Fernando Plaza Gálvez

Autores

Luis Fernando Plaza Gálvez

Paola Andrea Mina Gómez

Heberth Caicedo Saldaña

Juan Pablo Serna Giraldo

Andrés Mejía Delgadillo

Juliana Páez Vélez

María Eugenia Vélez Arias

Leonel Gullosa Pedrozo

Jorge Enrique De Los Ríos Giraldo

Paula Andrea Rendón Mesa

María Denis Vanegas Vasco

John Mario Osorio Trujillo

Luisa Fernanda Cabezas Burbano

Jonás Torres Montealban

Jaqueline Acebo Gutiérrez

Ruth Rodríguez Gallegos

Ángel José Lozada Das Dorez

Walter Mario Weyerstall

Compiladores: Plaza Gálvez, Luis Fernando
Pensamiento crítico en la educación superior. / Luis Fernando Plaza Gálvez,
Paola Andrea Mina Gómez, Heberth Caicedo Saldaña, Juan Pablo Serna Giraldo,
Andrés Mejía Delgadillo, Juliana Páez Vélez, María Eugenia Vélez Arias, Leonel
Guloso Pedrozo, Jorge Enrique De Los Ríos Giraldo, Paula Andrea Rendón
Mesa, María Denis Vanegas Vasco, John Mario Osorio Trujillo, Luisa Fernanda
Cabezas Burbano, Jonás Torres Montealban, Jaqueline Acebo Gutiérrez, Ruth
Rodríguez Gallegos, Ángel José Lozada Das Dores, Walter Mario Weyerstall /
-- Tuluá: UCEVA, 1a ed. 2024
290p.: 24 cm.
ISBN 978-628-7560-35-2 e-ISBN 978-628-7560-22-2
1. Educación 2. Enseñanza 3. Pensamiento crítico
Dewey: 370,7 - Thema: JNMT

Área: Educación
Primera edición: Bogotá, Colombia, agosto de 2024
ISBN. 978-628-7560-35-2

© Luis Fernando Plaza Gálvez

Sello Editorial UCEVA
Unidad Central del Valle del Cauca
Carrera 27 A No. 48 -144 Kilómetro 1 Salida Sur.
Tuluá – Valle del Cauca – Colombia.
Teléfono: 602-2317222. Ext.: 122
E-mail: vicerrectoriainv@uceva.edu.co

Editor literario: Hernando Perdomo Gómez
Coordinación editorial: Daniela Parra G.
Impresión: DGP Editores SAS

Impreso y hecho en Colombia
Printed and made in Colombia

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro y otros medios, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Contenido

Prólogo	11
Introducción	13
PARTE I. APOORTE HUMANISTA.....	17
1. Pensamiento crítico en la educación	19
Resumen	21
Abstract	21
Introducción	22
1.1. El pensamiento crítico y su importancia en la educación superior.....	25
1.1.1. Características intelectuales esenciales.....	28
1.1.2. Disposiciones motivacionales	31
1.1.3. Perspectivas y desafíos del pensamiento crítico en la educación superior	34
1.2. Método e instrumentos	36
1.3. Análisis y discusión de resultados	38
1.4. Conclusiones	45
Referencias	46
2. Un pensamiento crítico sobre las experiencias emocionales de comprensión	51
Resumen	53
Abstract	53
Introducción	54
2.1. La comprensión como experiencia	58

2.2. La naturaleza emocional de las experiencias de comprensión	63
2.3. Un pensamiento crítico sobre nuestras experiencias de comprensión	68
2.3.1. Inatención: no mirar	69
2.3.2. Incapacidad: no ver cuando miramos	71
2.3.3. Distorsión: ver mal	72
2.3.4. Quietud: no disponernos para responder	74
2.4. A modo de cierre	75
Referencias	76

3. Pensamiento crítico, argumentación y razonamiento clínico en la salud.....81

Resumen	83
Abstract	83
Introducción	84
3.1. Pensamiento crítico, razonamiento clínico y argumentación	86
3.1.1. Pensamiento crítico	86
3.1.2. Habilidades de pensamiento crítico	87
3.2. Razonamiento clínico	90
3.3. Argumentación	92
3.4. Pensamiento crítico y profesional de médicos y enfermeras	96
3.4.1. Ciencias básicas biomédicas.....	97
3.4.2. Ciencias clínicas	97
3.4.3. Humanísticas	98
3.4.4. La investigación	98
3.5. Método clínico en medicina	98
3.5.1 Pensamiento crítico y proceso médico clínico.....	99
3.6. Proceso enfermero, fundamento en el razonamiento clínico	103
3.7. Asignatura de ética en enfermería	107
3.8. Asignatura de cuidados generales	108
3.9. Asignatura cuidados de la gestante	109
3.10. Retos profesionales.....	109
3.11. Conclusiones.....	111
Referencias	111

4. La estructura argumentativa de Toulmin y el pensamiento crítico 117

Resumen	119
Abstract	119
Introducción	120
4.1. El pensamiento crítico (PC).....	121
4.2. El modelo argumentativo de TOULMIN (MAT).....	125
4.3. Correspondencia entre MAT y PC.....	130
4.4. Conclusiones	134
Referencias	135

5. Pensamiento crítico en maestros de matemáticas 139

Resumen	141
Abstract	142
Introducción	143
5.1. Interdisciplinariedad y pensamiento crítico.....	144
5.2. ¿Qué significa la interdisciplinariedad para la constitución de mi ser de maestro de matemáticas?	145
5.3. La abducción, una posibilidad en la interdisciplinariedad....	146
5.4. La lectura crítica en el desarrollo del pensamiento crítico	147
5.5. ¿Cómo se puede entender el pensamiento crítico en contextos interdisciplinarios?	148
5.6. Pensamiento crítico en la educación matemática.....	151
5.7. ¿Por qué el pensamiento crítico se vincula a la educación matemática?	151
5.8. ¿Qué requiere el profesor de matemáticas para desarrollar el pensamiento crítico?	152
5.9. El desarrollo del pensamiento crítico en procesos de la actividad matemática.....	153
5.10. Metodología	155
5.11. Resultados	158
5.12. Oportunidades.....	158
5.13. Reformulaciones.....	162
5.14. Acciones conscientes	165
5.15. Conclusiones	170
Referencias	171

PARTE II. APOORTE TÉCNICO..... 175

6. Propuesta de enseñanza del pensamiento crítico en la ingeniería..... 177

Resumen	179
Abstract.....	179
Introducción	180
6.1. Estrategias para buscar un pensador crítico en ingeniería ...	183
6.1.1. Estrategia didáctica	184
6.1.2. Estrategia curricular.....	186
6.1.3. Estrategia cognitiva	189
6.2. Proyectos de intervención en Ingeniería, bajo el PC.....	190
6.3. RP de ingeniería bajo PC.....	192
6.4. El PC desde contextos internacionales al formar ingenieros.....	195
6.5. Conclusiones	197
Referencias	199

7. Formando pensamiento crítico desde la física para la ingeniería 203

Resumen	205
Abstract.....	205
Introducción	206
7.1. La Física en la Ingeniería.....	207
7.1.1. Aproximación al pensamiento crítico	207
7.1.2. Pensamiento crítico en el entorno del aula	209
7.1.3. Volviendo a ser niños.....	212
7.2. Experiencia 1: Unidad Central del Valle del Cauca, Colombia	213
7.2.1. Fase curricular	214
7.2.2. Fase didáctica-interactiva	214
7.2.3. Fase cognitiva	215
7.2.4. Fase de comunicación	215
7.2.5. Fase reflexiva	215
7.3. Experiencia 2: Universidad Autónoma Chapingo, México.....	219
7.3.1. Etapa inicial: Reestructuración curricular	222
7.3.2. Etapa integración. Interdisciplinaria docente.....	222
7.3.3. Etapa de recolección de datos. Informática física...	222

7.3.4. Etapa de implementación. Manufactura de prototipos.....	223
7.4. Conclusiones.....	226
Referencias	227

8. La modelación matemática y el pensamiento crítico en futuros ingenieros 231

Resumen	233
Abstract	234
Introducción	235
8.1. La modelación matemática como estrategia.....	236
8.2. Modelación matemática	236
8.3. Pensamiento crítico.....	237
8.4. Marco contextual.....	238
8.5. Propuesta metodológica del estudio	239
8.5.1. Validación de la prueba de Cornell	240
8.5.2. Aplicación de la prueba de pensamiento crítico de Cornell.....	242
8.6. Resultados	242
8.6.1. Comparación de medianas del grupo experimental y de control.....	242
8.6.2. Comparación de las medianas del grupo experimental	243
8.6.3. Comparación de las medianas del grupo control...	245
8.6.4. Comparación de post pruebas entre grupo experimental y de control.....	246
8.7. Conclusiones	248
Referencias	249

9. Pensamiento crítico y tecnología 253

Resumen	255
Abstract	255
Introducción	256
9.1. Tecnología	259
9.1.1. Tecnología: muchedumbre de dispositivos	260
9.1.2. Tecnología y conocimiento	261
9.2. Ingeniería para los fines	263

9.3. Formación cultural	265
9.3.1. Diversidad cultural	266
9.3.2. Ingeniería y arte.....	267
9.3.3. Tecnología: expresión cultural.....	267
9.4. Pensamiento crítico.....	269
9.4.1. Pensamiento crítico e ingeniería	269
9.4.2. Pensamiento crítico y tecnología	271
9.5. Un hogar de tres	272
9.6. Conclusiones	274
Referencias	275
Comentarios finales	279
Semblanza de los autores	283

Prólogo

El pensamiento crítico en la actualidad no solamente se ha convertido en una necesidad en la toma de decisiones, sino que no se puede prescindir de él si se desea tener éxito en las diferentes tareas humanas. Es por este motivo que en el ámbito académico la mirada de muchos educadores esté focalizada en desarrollar en los estudiantes la capacidad de discernir para la toma correcta de acciones que coadyuven al éxito en todas las áreas del saber.

Gardner (2005) en su libro “Las cinco mentes del futuro”, señala a la mente sintética como aquella que puede ayudar a tomar la mejor dirección ante un proyecto o dilema y cuyo desarrollo será indispensable en el siglo XXI. El pensamiento sintético implica para él varios procesos mentales que implican la inducción, la deducción, el análisis para llegar a la síntesis.

Pero, ¿por qué es tan importante el desarrollo del pensamiento crítico? A manera de analogía, si partimos de un acto sencillo como es el vestirse y en el que sólo se dispone de unas cuantas prendas en el armario, las alternativas se limitan y la selección será relativamente fácil (se viste lo que hay). Sin embargo, en otro caso hipotético al abrir otro armario con múltiples posibilidades de vestimenta, se tienen que seleccionar las mejores prendas de acuerdo con factores diversos como son: el tipo de evento, el clima, la talla, la compañía, etcétera. Si trasladamos este símil, a la vida cotidiana y ante un problema a resolver, tanto el estudiante, como el docente, el ama de casa, el obrero, el patrón o cualquier individuo, se encuentran todos ante una gran posibilidad de opciones en las que el pensamiento crítico les puede orientar hacia la mejor elección considerando dichos factores.

Es incuestionable que, para la toma de decisiones se requiere de información, sin embargo, actualmente, la cantidad de información existente es tan abrumadora que se requiere de una capacidad de análisis, de síntesis y de entrenamiento para ser más asertivos en cualquier proyecto. Es así que este libro, desde una mirada académica y profesional, responde de manera muy acertada a la necesidad de aportar constructos que enriquecen el pensamiento crítico y además enseña cómo desarrollarlo.

En este tenor, se presentan alternativas para medir el pensamiento crítico, mediante metodologías bien definidas y estandarizadas. Se analizan las diferentes formas de pensamiento que se requieren para estimular el pensamiento crítico en medicina y enfermería (lo que se puede generalizar a las ciencias de la salud). En las áreas del derecho, también se hacen aportaciones relevantes apoyándose en el Modelo Argumental de Toulmin, a fin de llegar a la dictaminación de casos basados en evidencias múltiples, lo cual es una herramienta de gran utilidad ante el imperativo de tomar decisiones acertadas en el ámbito jurídico para jueces y magistrados.

Este documento, también incursiona en el mundo de las matemáticas, enfatizando que es ineludible la aplicación del pensamiento crítico para la solución de problemas que posteriormente se trasladan a la realidad de la física, la química y en sí a las ciencias de los materiales. Esto mismo, coadyuva a la formación de ingenieros sin cuyo pensamiento crítico no se podría concebir dicha profesión. De acuerdo con los autores de este libro: “La física, la cual se utiliza para evaluar argumentos y teorías, identificar problemas y soluciones” no podría existir sin este tipo de pensamiento. Sumado a lo anterior, también, se encuentra una disertación filosófica acerca de la relación existente entre la tecnología, la ingeniería y el pensamiento crítico, lo cual orienta a profundizar en dichos términos y su trascendencia para la fundamentación de este modo de pensar. Consecuentemente invito al lector o lectora a dar un vistazo por cada capítulo y fortalecer su propio pensamiento crítico.

Doctor Roberto Rodríguez Moreno

Universidad Cuauhtémoc, plantel Aguascalientes, México

Introducción

El pensamiento crítico, es una habilidad que hoy en día hace parte de los contenidos curriculares de los planes de estudio, y que a su vez obedece a lineamientos tanto de las acreditadoras internacionales como de organismos sectoriales (entre los que se cuenta la OCDE), las cuales buscan que el futuro profesional corresponda a las nuevas exigencias del mercado laboral. Para ello, es importante que desde el aula universitaria, se permitan estrategias en las que el docente y el alumno interactúen frente a diferentes situaciones, se estudie y explore todo lo concerniente a las intervenciones con análisis de causas, efectos y desarrollo frente a cada una de las ejecuciones del ejercicio profesional. Finalmente, aparte del concepto temático se deben tener en cuenta los conceptos del tipo ético, moral, argumentativo, ante cada una de las opciones que pudieran ser objeto de análisis.

El presente libro, presenta la unión de experiencias y saberes de una serie de investigadores comprometidos con la enseñanza a través de diferentes campos disciplinares en la educación superior, y en la que recomiendan como destreza el uso del Pensamiento Crítico. En este participaron académicos de Argentina, México y Colombia. La interpretación de su contenido obedece a dos enfoques con líneas similares entre sí, los cuales se han agrupado en dos partes que obedecen a un componente humanístico y a otro técnico respectivamente. A la primera parte le corresponden los primeros cinco capítulos y a la segunda los últimos cuatro, donde las principales reflexiones se condensan a continuación.

En el capítulo 1, se plantea una opción para medir el pensamiento crítico (usando la metodología de Halpern, por medio del test HCTAES) buscando consolidar y evaluar las habilidades que permiten

hacer uso del pensamiento crítico a través de situaciones cotidianas a jóvenes universitarios de diferentes programas de pregrado, con el uso de un software, y en la que se pudo concluir que el esfuerzo cognitivo dentro de los aspectos motivacionales fue el de mayor peso. El estudio fue de tipo cuantitativo no experimental.

En el segundo capítulo, se reflexiona cómo desde el pensamiento crítico pueden ser tenidas en cuenta las experiencias emocionales de comprensión, las cuales incluyen, entre otros elementos, los modos de observar lo valioso e importante que gira en el entorno, así como la disposición a reaccionar a dicha observación. Además, en la parte afectiva se valorarían los límites y posibilidades de nuestras propias experiencias, y se buscarían las formas de mejorarlas. Lo anterior, a partir de un diálogo estudiante – docente, desde cualquier escenario.

El análisis sobre el pensamiento crítico y la argumentación en relación con el razonamiento clínico en estudiantes del sector salud (medicina y enfermería) es el tema central del capítulo 3, el cual se aplica al tomar decisiones relacionadas con el diagnóstico, tratamiento y pronóstico del paciente, y debe ser desarrollado a través de la práctica acumulada usando para esto el modelo de Toulmin. Esto se logra usando estrategias diversas, como la solución de algunos problemas, el estudio de casos y situaciones, preparación de planes de intervención y seguimiento a resultados, entre otros, después de la reflexión respectiva.

La evidencia de la interacción entre la noción pensamiento crítico y el Modelo Argumental de Toulmin, incluida como una teorización ante estudiantes de programas de Derecho, es la temática expuesta en el capítulo 4. Obrando articuladamente, se posibilita la actividad de argumentar bajo la norma y la conciencia que, dentro de todo proceso, sea necesario decidir con ecuanimidad las situaciones sometidas a estudio. Todo redundará en beneficio de los derechos humanos (como el debido proceso), la democracia y la no violencia. El enfoque de este capítulo obedeció a una revisión de literatura.

La primera parte de este libro termina con el capítulo 5, en el escenario de formación de maestros del área de la matemática, cuyo objetivo es reconocer las características, acciones y elementos del pensamiento crítico que se amplían con las habilidades del pensa-

miento matemático. Para esto se abordaron tres ejes conceptuales, en los que el pensamiento crítico interactúa: interdisciplinariedad, educación matemática y desarrollo de la actividad matemática. Los alcances de este capítulo obedecen a una reflexión, dada desde un seminario de discusión de Maestría en modalidad virtual de la Universidad de Antioquia.

La segunda parte, o componente técnico, comenta cómo el pensamiento crítico hace parte del desempeño de campos como la ingeniería y la tecnología desde varios escenarios. Para ello en el capítulo 6, partiendo de una revisión de literatura, se presenta una sugerencia de formación del pensamiento crítico en los programas de ingeniería, por medio de la divulgación de las características ideales que debe tener un estudiante en su proceso de formación, fomentando su espíritu crítico o actitud crítica, entre las que se tienen: las disposiciones, los hábitos y los rasgos de carácter, poniendo en práctica una serie de estrategias de tipo didáctico, curricular y cognitivo, donde estas estrategias pueden ser puestas en práctica en la resolución de problemas para beneficio de la humanidad.

En el capítulo siete, se plantea una propuesta para los estudiantes de ingeniería basada en una de las ciencias básicas, la física, la cual se utiliza para evaluar argumentos y teorías, identificar problemas y soluciones. En este contexto, el pensamiento crítico permite asimilar y analizar los fundamentos de la física y cómo se aplican a sus proyectos, donde aprenden de lo que experimentan, entienden, analizan, exploran, cuestionan y comunican, pero también reflexionan y constantemente ponen en duda lo que han asimilado. Aquí se comparten experiencias investigativas, sobre estrategias de una pedagogía interactiva-vivencial, puestas en práctica a la vez en una universidad colombiana y en otra mexicana.

En el siguiente capítulo, se comentan los resultados cuantitativos que hacen parte de una tesis doctoral donde se investiga sobre la posibilidad de mejorar el nivel de habilidades transversales como el pensamiento crítico de los estudiantes de diferentes programas de ingeniería a través de la estrategia de la modelación matemática, como aplicación en dos cursos de ecuaciones diferenciales usando la prueba de Cornell.

Por último, el capítulo nueve corresponde a un análisis reflexivo de las relaciones entre la tecnología, la ingeniería y el pensamiento crítico, para concluir en pautas pedagógicas que inspiren caminos hacia la formación complementaria de los futuros ingenieros. Lo anterior, integra saberes no técnico-científicos, fuera de los muros de las ciencias naturales, las matemáticas y la tecnología, que les permita a los estudiantes prever amplias consecuencias de decisiones ante variadas situaciones, en exceso de información, incluso fuentes y datos apenas circunstanciales y desconocidos. En este orden de ideas, no se debe dejar por fuera el aporte que hace la cultura, desde toda perspectiva al pensamiento crítico.

Las anteriores reflexiones no agotan el tema, por tal razón se invita a la comunidad académica y científica, a leer este documento, compartirlo y continuar la discusión en los diferentes escenarios de trabajo, de tal manera que se enriquezca el avance en la producción de conocimiento en torno a la enseñanza del pensamiento crítico, de tal manera, que redunde en la formación de profesionales cada vez más integrales acorde con las necesidades de la sociedad.



PARTE I

APORTE HUMANISTA

Pensamiento crítico en la educación

Critical thinking in education

Paola Andrea Mina Gómez

<https://orcid.org/0000-0003-3523-183X>

Heberth Caicedo Saldaña

<https://orcid.org/0000-0003-2609-3383>

Juan Pablo Serna Giraldo

<https://orcid.org/0000-0002-5606-1342>

1

Unidad Central del Valle del Cauca–UCEVA

Autor para correspondencia: Heberth Caicedo Saldaña,

E-mail: hcaicedo@uceva.edu.co

Resumen

La época de confinamiento saca a flote renovadas exigencias para el aprendizaje y hace necesario preguntar sobre lo preparado o no que están los estudiantes para enfrentar el éxito. Una alternativa para medir el pensamiento crítico, es el test HCTAES (Halpern, 2014), instrumento que busca consolidar y evaluar las habilidades que permiten hacer uso del pensamiento crítico a través de situaciones cotidianas a jóvenes universitarios de diferentes programas de pregrado, con el uso de un software. El estudio se sitúa en la investigación cuantitativa, tipo no experimental, alcance descriptivo-explicativo. Realizada con estudiantes de ocho programas académicos en pregrado de una institución universitaria pública colombiana, matriculados en el primer semestre del 2021, con un tamaño muestral de 295 participantes. El análisis de resultados arroja que en tiempos de pandemia la habilidad argumentativa y solución de problemas incidieron de manera significativa en el pensamiento crítico de los jóvenes universitarios. Su relación es directamente proporcional, es decir, si cada habilidad aumenta, el nivel de pensamiento crítico también. Así mismo se pudo concluir que el esfuerzo cognitivo dentro de los aspectos motivacionales fue el de mayor peso. Vale decir, las categorías tema de estudio, son consistentes con las definiciones de la estructura que maneja el instrumento, pero no se pueden justificar por separado a la hora de analizar la información, porque existe un agregado importante entre las habilidades y las disposiciones para pensar críticamente.

Palabras clave: pensamiento crítico, procesos cognitivos, motivación, habilidades, estudiantes universitarios.

Abstract

The time of confinement brings up new demands for learning and makes it necessary to ask about the readiness or otherwise of our students to face success. As an alternative to measure critical thinking, it is the HCTAES test (Halpern, 2014), an instrument which seeks to consolidate and evaluate the skills that allow to make use

of critical thinking through everyday situations to young university students of different undergraduate programs, with the use of a software. The study is situated in quantitative research, non-experimental type, descriptive-explanatory scope. Conducted with students of eight undergraduate academic programs of a Colombian public university institution, enrolled in the first semester of 2021, with a sample size of 295 participants. The analysis of results shows that in times of pandemic, the argumentative ability and problems solving had a significant impact on the critical thinking of young university students. Their relationship is directly proportional, that is, if each skill increases, the level of critical thinking as well. It was also possible to conclude that the cognitive effort within the motivational aspects was the most important. That is, the categories under study are consistent with the definitions of the structure that handles the instrument, but cannot be justified separately when analyzing the information, because there is an important addition between skills and dispositions to think critically

Keywords: critical thinking; cognitive processes; motivation; skills; university students.

Introducción

Observar cómo la humanidad sigue atravesando una época convulsa entre un antes y un después que marcó la pandemia (Serrano-Cumplido et al., 2020), permite identificar los conocimientos llevados a cabo con el uso de las tecnologías. Muchas prácticas aceleraron la transformación digital al interior de las instituciones de educación superior. Los docentes necesitan de manera urgente y creciente acciones que apuntan a la transformación cultural y participación de la comunidad educativa en los diversos procesos de cambio. Nuevas dinámicas generan perspectivas para abordar la enseñanza y el aprendizaje.

Como tendencias educativas, se logra identificar las tecnologías emergentes que cumplen un papel facilitador en los aprendizajes. La pandemia mundial generada a raíz del virus de SARS-CoV-2 y las agresivas e invasivas medidas de confinamiento, son algo que sistemáticamente afectan la educación en todo el mundo, con el

objetivo de controlar y contener su propagación (Chanto y Peralta, 2021). Las medidas traen una profunda y responsable reflexión sobre lo que puede considerarse como normalidad. García (2021) ubica las reflexiones en un lugar más flexible y concluye que a partir de ahora son una constante construcción.

Durante el periodo de aislamiento en pandemia, están expuestas renovadas exigencias para las personas de todas las zonas geográficas del mundo (García, 2021), lo que lleva a cabo diferentes cuestionamientos sobre lo competente o no que son los individuos para enfrentarlas con éxito. Autores como Melo et al., (2021) plantean en sus estudios lo relevante del papel que tiene el sistema educativo a nivel nacional e internacional para afrontar situaciones, especialmente, las dinámicas de ofertas en los servicios de la educación pública, desde básica primaria hasta la educación superior, aumentando brechas en los niveles académicos.

La visión que plantea la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2020), al encontrar exigencias que pueden no tener relación directa con lo académico, ejemplo, efectos de crisis en lo social, lo económico, lo sanitario y lo tecnológico. Hay unas consecuencias que revelan los diferentes informes, al tener como pretensión mostrar heterogeneidad en los resultados que requieren disposiciones para ser adoptadas por las comunidades de formación académica a corto, mediano y largo plazo.

El Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación de la UNESCO (2020), al persistir la pandemia, divulgan propuestas para llevar a cabo la continuidad y minimizar el impacto de no acceder a la enseñanza y el aprendizaje, al continuar el confinamiento. Algunos de sus estudios evidencian diferentes problemáticas encontradas tanto en estudiantes como docentes, asociadas a estresores por exceso de tareas, dificultades en la implementación de herramientas tecnológicas, fallas en las orientaciones académicas, de conectividad, recursos didácticos en multimedia, poca flexibilidad de algunos profesores, entre otras. Al no estar preparados para afrontar tantas dificultades, los estudios que hacen pública la posibilidad de proyectar la enseñanza y el aprendizaje desde la innovación, no solo como una crisis que causa daños, sino la oportunidad para que la educación durante y pospandemia, pueda ser empleada a modo de oportunidades.

La pandemia obliga a que la enseñanza tradicional de contenidos sea altamente cuestionada. En los inicios de la pandemia al usar modelos de enseñanza no convencionales en los sistemas de educación superior, desencadenan caos. Al momento de incluir el empleo de herramientas tecnológicas, la utilización de plataformas virtuales, situaciones de aprendizaje autónomo, que abordan la cotidianidad, deben ser apropiadas tanto por los estudiantes como los docentes. Las capacidades creativas de los estudiantes en la enseñanza tradicional se ven reducidas, ya que el maestro proporciona todo lo que necesitan. Hoy en día se transforman las estrategias pedagógicas en medios esenciales dentro de muchos contextos, al permitir incorporar las TICs y/o métodos didácticos, para fomentar la enseñanza y el aprendizaje de manera efectiva.

Con relación a la crisis como oportunidad, Cangalaya (2020) plantea que, todo proceso de evolución, fortalecimiento y desarrollo del pensamiento crítico durante la pandemia, se convierte en una cuestión decisiva y de alto riesgo para la sociedad en general. Sobre todo, al momento de tomar decisiones difíciles o probablemente dar respuesta a preguntas como: ¿Puede considerarse la reinención para la enseñanza y el aprendizaje desde las nuevas tecnologías como una forma de superar las distancias y los obstáculos? ¿Cómo transcurre la vida después de la pandemia? ¿Qué lecciones y aprendizajes muestra la educación superior ante eventos críticos similares como pandemias, epidemias y guerras? ¿Son los cambios en la sociedad que pueden alterar la política o la economía de un país? ¿Es razonable que la pandemia desvanezca sistemáticamente las metodologías y prácticas tradicionales? O por el contrario ¿las prácticas y metodologías surjan por las nuevas tendencias de modelos teórico-prácticas en los procesos de enseñanza y aprendizaje? Por lo tanto, se puede afirmar que el pensamiento crítico es el proceso de análisis racional e imparcial de la información para construir un juicio razonado y llevar a cabo una acción final (Benites et al., 2021).

De manera que, organizaciones financieras no gubernamentales, tales como; el Banco Interamericano de Desarrollo, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, y el Foro Económico Mundial durante el año 2022, afirman que el pensamiento crítico es una de las habilidades más importantes en las que debe centrarse la educación, con el objetivo de preparar a sus estudiantes respecto a

los trabajos del hoy y del mañana, se consideraba una habilidad del siglo XXI. En este sentido, el periodo de pandemia no fue ajeno para el mundo entero, cuando las personas se enfrentan a situaciones en las que más allá de qué tanto saben, la efectividad de sus acciones radica en la capacidad de análisis y de toma de decisiones para solucionarlas. Lo anterior determina que razonar, decidir y resolver problemas, son procesos que se consideran como competencias fundamentales del pensamiento crítico.

1.1. El pensamiento crítico y su importancia en la educación superior

El desarrollo de la capacidad crítica y reflexiva del ser humano, es una de las preocupaciones de la educación en todos sus niveles educativos, empezando por la educación básica, luego pasando por la media y llegando a la educación superior, sobre la última, se fundamenta una gran expectativa social, debido al impacto que debe producir la formación previamente recibida, en los diferentes ámbitos de la sociedad.

Los universitarios o futuros profesionales deben percibirse a sí mismos como sujetos activos dentro de la sociedad, conscientes y conocedores de sus propios procesos y de igual manera, deben saber cómo generar conciencia sobre las formas más efectivas a seguir en cuanto a la construcción de pensamiento y hacer del proceso de aprendizaje una labor significativa; son necesidades vitales para llegar a ser profesionales autónomos, creativos y responsables.

No obstante, debido a la gran cantidad de información y los cambios que trae consigo la pandemia de todo tipo que se genera en nuestro tiempo, es preciso que los educandos desarrollen la capacidad de analizar críticamente para profundizar en temáticas específicas y para solucionar diversas situaciones problema en contextos determinados. La afirmación que resalta Allen (1989), plantea que, la información está en manos de todo el mundo, pero si no se sabe procesar y analizar, dicha información pierde su objetivo y productividad.

Teniendo en cuenta lo anterior, Halpern (1998) propone un modelo de pensamiento crítico, donde expone cuatro aspectos fundamentales que tienden a mejorar los procesos de pensamiento. Primero, debe hacerse énfasis en y prestar mucha atención al desarrollo de los componentes actitudinales o disposicionales; segundo, revisar y llevar a término mecanismos que involucren las habilidades de pensamiento crítico; tercero, llevar a cabo actividades en diferentes contextos que favorezcan la habilidad de abstracción; y cuarta, usar y practicar los procesos metacognitivos.

Actualmente, existen una variedad de miradas hacia el conjunto de talentos que conforman el proceso de pensar críticamente, de esta manera Ennis (1996), plantea un conjunto de habilidades, como son análisis de argumentos, planteamiento y respuesta a cuestiones de clarificación, juzgamiento sobre la credibilidad de las fuentes, observación y juzgamiento, deducción, inducción, definición de términos, identificación de suposiciones, decisión e interacción con los iguales. Lo que se puede interpretar del modo que el pensamiento reflexivo y razonable se centra en decidir qué creer o hacer.

Mientras que Saiz (2019), propone unas categorías mucho más generales e incluyentes, como son el pensamiento creativo, el pensamiento crítico, la capacidad de tomar decisiones, la resolución de problemas cotidianos y matemáticos. Mientras que Halpern (2013) asume una posición intermedia y plantea un grupo de competencias sustentadas desde la comprobación de hipótesis, razonamiento verbal, análisis de argumentos, probabilidad e incertidumbre, toma de decisiones y resolución de problemas.

La mejora de este estilo de pensamiento es una constante preocupación dentro de los contextos educativos. Cabe resaltar que, en Colombia, las nuevas reformas educativas comienzan a señalar la importancia de formar personas críticas. Por ejemplo, el Ministerio de Educación Nacional reglamenta en las instituciones de enseñanza superior políticas educativas para la oferta de buena calidad en la formación superior mediante el decreto 1295 de abril de 2010 y sus resoluciones 6966 y 5443, al plantear la importancia de trabajar algunas de las competencias transversales que son la destreza de análisis y síntesis, la habilidad de gestión de la información, la resolución de problemas, la toma de decisiones, la habilidad de crítica, la capacidad de generar nuevas ideas, entre otras; todas

ellas forman parte de lo que se entiende por pensamiento crítico (Saiz, 2019; Halpern, 2013).

El pensamiento crítico es abordado por diferentes autores como Ennis (1996), Halpern (2013), Walker (2003), Paul y Elder (2006), Duron et al., (2006), así como Rivas (2021); quienes proporcionan distintos acercamientos y significados que permiten una mejor comprensión del concepto sobre este pensamiento de orden superior.

Ampliando un poco la comprensión del tema objeto de estudio, Paul y Elder, (2006), lo interpretan como el arte de pensar sobre el pensamiento con el fin de pensar mejor. Walker (2003), descompone el pensamiento crítico en cuatro definiciones diferentes pero equivalentes. En primer lugar, lo define como el pensamiento del cual plantea como propósito, que las personas impongan sistemática y habitualmente criterios y estándares intelectuales sobre su pensamiento. En la segunda definición, se considera como una composición de las habilidades y actitudes que implican la capacidad de reconocer la existencia de problemas y apoyar la veracidad de los mismos. En la tercera definición, el pensamiento crítico es la propensión y habilidad para participar en una actividad con escepticismo reflexivo. Al continuar con el recorrido, Duron et al., (2006) plantean el pensamiento crítico como la habilidad o capacidad para analizar y evaluar la información. Para terminar, el acercamiento conceptual, Rivas y Saiz (2008) comprenden el pensamiento crítico como un proceso de búsqueda de conocimiento, a través de las aptitudes de razonamiento, solución de problemas y toma de decisiones, que permiten lograr, con la mayor eficacia, los resultados deseados.

Todo este recorrido conceptual permite aceptar de manera unánime que el pensamiento crítico está formado por un conjunto de habilidades y por un conjunto de disposiciones. Estas habilidades representan el componente cognitivo y las disposiciones el componente motivacional. La distinción es muy importante, porque viene a reflejar el hecho de que, si una persona sabe qué habilidad aplicar en una situación determinada, pero no está dispuesto a hacerlo, no exhibirá su pensamiento crítico (Saiz, 2019).

La exploración conceptual reconoce que el pensamiento crítico es el uso de las capacidades cognitivas o estrategias que incrementan la probabilidad de obtener un resultado favorable. El pensamiento crítico se utiliza para describir lo que es útil, razonable y objetivo, que involucra la resolución de problemas, la formulación de inferencias, el cálculo de probabilidades y la toma de decisiones, de modo que el pensador usa destrezas que son efectivas para un contexto particular o para un tipo de tarea intelectual. Así, el pensamiento crítico es más que pensar simplemente sobre su propio pensamiento o hacer juicios y resolver problemas; es un esfuerzo controlado conscientemente. El pensamiento crítico utiliza pruebas y razones, y se esfuerza por superar los prejuicios individuales.

Pensar en conceptualizar qué es razonar críticamente, lleva a diferentes posturas que argumentan la competencia que posee el ser humano para razonar (Enríquez et al., 2021). Este escrito no se trata de buscar conceptualizarlo, sino de comprender su uso, dado que, se posee, pero es indicado decir aquello que no es. Es decir, no es memorizar, no es sentido común, no es lo que se cree saber; pero, si es todo aquello que involucra habilidades cognitivas y disposiciones para que sean usadas.

1.1.1. Características intelectuales esenciales

La línea de estudio, que argumenta lo que es razonar críticamente, admite, el conjunto de habilidades que conforman el pensamiento crítico bajo el modelo de Halpern (2013) sean definidas desde: habilidad de comprobación de hipótesis, habilidad de razonamiento verbal, habilidad de análisis de argumentos, habilidad de probabilidad e incertidumbre, habilidad de toma de decisiones y resolución de problemas; que se explica a continuación.

Habilidad de comprobación de hipótesis: se sustenta desde la capacidad de plantear posibles soluciones o razones explicativas de un hecho, situación o problema, a partir de explicaciones, poder predecir y controlar acontecimientos, apoyados de la vida cotidiana y reflexionando acerca de los mismos. Así, el planteamiento de hipótesis y de estrategias de acción que se hacen ante una situación dudosa y su comprobación, promueven argumentos nuevos que favorecen la construcción de aprendizajes, ya sea por verificación o por contrastación. Al mencionar varias hipótesis, se deben tener

en cuenta las implicaciones lógicas de las mismas; las hipótesis son ideas provisionales que representan posibles soluciones o razones explicativas de un hecho, situación o problema (Halpern, 2013; Enríquez et al., 2021).

Habilidad de razonamiento verbal: se comprende desde la capacidad de interpretar información estableciendo principios de clasificación, relación y significados de forma lógica y coherente. El uso de esta competencia para analizar y razonar contenidos verbales, se establece como principio del conocimiento lingüístico, de clasificación, ordenación, relación, resignificación y del pensamiento analógico (Godoy, 2022). Es decir, que el desarrollo de la habilidad permite identificar y valorar la calidad de las ideas y razones de un argumento y la conclusión coherente del mismo; además, admite reconocer analogías dentro del lenguaje cotidiano (Halpern, 2013). Según Godoy (2022), el razonamiento se comprende como un proceso lógico que inicia desde uno o más juicios, derivados de una verdad, posibilidad o falsedad de otro juicio distinto.

El razonamiento verbal es fundamental para el éxito en el ámbito académico y en el laboral, siendo necesario en la resolución de problemas tanto intelectuales como cotidianos (Godoy, 2022). El vínculo que tiene la habilidad con la crisis como oportunidad, permite ampliar los conocimientos sin tener que apelar a la experiencia, y también sirve para justificar o aportar razones en favor de lo que se conoce o se cree conocer (Ballesteros y Jiménez, 2020).

Habilidad de análisis de argumentos: se soporta la capacidad que posibilita identificar y valorar la calidad de las ideas y razones que justifican un hecho; además, permiten reconocer analogías dentro del lenguaje cotidiano. Es decir, que un argumento es un conjunto de declaraciones, por lo menos con una conclusión y una razón por la que se apoya dicha declaración (Halpern, 2013). Porras et al. (2020), amplían el concepto a partir de unos principios que deben ser desarrollados, teniendo en cuenta las competencias comunicativas como identificar, analizar y evaluar un buen argumento, los cuales deben ser reconsiderados por su solides y fundamentación de la interacción discursiva en debates para diferencias de opinión. Las habilidades se ven ampliamente fortalecidas por la exposición a contextos cotidianos, sociales y culturales.

La habilidad argumentativa puede permitir la identificación de una sistemática manipulación discursiva hasta el descubrimiento de mentiras argumentadas que radican en el imaginario cotidiano o llegan hasta la contraargumentación presente en discursos ideológicos o religiosos (Bourdieu, 2015; Londoño, 2023).

Habilidad de probabilidad e incertidumbre: admite la capacidad cognitiva, definida como, la capacidad que permite determinar cuantitativamente la posibilidad de que ocurra un determinado suceso, además de analizar y valorar distintas alternativas necesarias para la toma de decisiones en una situación dada, de acuerdo a las ventajas e inconvenientes que se presenten. Es decir, permiten determinar cuantitativamente la posibilidad de que ocurra un determinado suceso, además de analizar y valorar distintas alternativas necesarias para la toma de decisiones en una situación dada, de acuerdo a las ventajas e inconvenientes que estas presenten (Halpern, 2013; Enríquez et al., 2021).

Habilidad de toma de decisiones y resolución de problemas: sustenta la capacidad que permite ejercitar las habilidades de razonamiento en el reconocimiento y definición de un problema a partir de ciertos datos, en la selección de la información relevante y la contrastación de las diferentes alternativas de solución y de sus resultados. Permite expresar un problema en formas distintas y generar soluciones. En cierto sentido, todas las habilidades de pensamiento crítico se utilizan para tomar decisiones y resolver problemas, pero los que se incluyen aquí implican el uso de múltiples declaraciones para definir el problema e identificar posibles objetivos, generar, seleccionar y juzgar alternativas de solución (Halpern, 2013). Es importante resaltar que la resolución de problemas es una cualidad del pensamiento crítico que posee un sinnúmero de aportes al sistema educativo, enfatizan en el desarrollo de actividades cognitivas superiores que incorporan habilidades, actitudes, conocimientos declarativos, procedimentales y reflexiones críticas frente al conocimiento científico.

Las habilidades son los principios que sirven como guías para el desarrollo de las habilidades intelectuales que se usan para generar y procesar información dentro de los cuales se puede contribuir a facilitar un proceso de intercambio, de modo que sea un elemento relevante hasta alcanzar un desempeño académico,

al igual que, en su porvenir laboral cuando termine su travesía universitaria (Facione et al., 2017). El desarrollo del pensamiento crítico busca que los estudiantes logren argumentar, refutar, indagar, consultar, explicar, dilucidar, consolidar, concertar, entre otros, con el objetivo de dotar de significado y de profundidad al conocimiento que los estudiantes, por sí mismos, intentando desplegar (Enríquez et al., 2021).

1.1.2. Disposiciones motivacionales

La motivación en sus diferentes acepciones ha sido un concepto muy recurrente de estudio para explicar la conducta humana. Este primer acercamiento es útil para entender al sujeto, para develar la realidad, para anticiparse, para formar sus proyectos existenciales y vivir originariamente hacia el futuro imaginándose en él. Es decir, la motivación como un proceso donde el sujeto se propone unas metas y fines que satisfacer, a través de un dinamismo conductual donde la frecuencia, intensidad y duración del mismo nos indicará el grado de motivación, válida y sustenta la importancia de profundizar sobre estos hallazgos.

El aprendizaje en la vida académica y formal está determinado por variables cognitivo-motivacionales, nos introduce de lleno en toda la compleja variedad de procesos y estrategias implicadas en el hecho de aprender. La relevancia investigativa que deja rutas para seguir estudiando sus variables, permite entender cómo se compromete la capacidad de construir representaciones internas del mundo con una conducta motivadora para pensar críticamente. Por esta razón, se busca analizar la disposición que tienen los estudiantes universitarios para pensar críticamente e identificar las aptitudes motivadoras que son el desencadenante. De ahí que, las disposiciones motivacionales son planteadas desde la vinculación con el estado de conciencia y el esfuerzo cognitivo que tiene una persona (Facione et al., 2017).

Como punto de partida, el estado de conciencia o la conciencia, es el estado en que la persona se da cuenta de sí misma y del entorno que le rodea. El estar alerta, es decir, despierto, con una actitud mental intelectual y afectiva suficiente para responder a los estímulos internos y externos, la cual analiza la organización, planea-

ción de actividades y utilización adecuada del tiempo (McClelland, 1989, cap. 8; Chóliz, 2004).

La pandemia por virus de COVID-19 ha representado un enorme reto para la salud mental de la sociedad mundial, esto se debe al gran impacto psicológico causado por las medidas de emergencia sanitaria que han tenido lugar en diversos países alrededor del mundo. El inicio focalizado en una zona del planeta, luego la rápida difusión y expansión de la enfermedad, ha generado situaciones imprevistas y significativos cambios en la sociedad, que puede ir desde su impacto sanitario directo en la población mundial, hasta el desplome de la producción, los intercambios comerciales y la calidad de vida de muchas personas (Balluerka et al., 2020).

En el escenario de la salud mental, no se cuenta con suficiente evidencia sanitaria disponible, sin embargo, expertos de distintos campos del conocimiento han reportado un conjunto sistemático de reacciones y estados psicológicos observados en la población. Las alteraciones motivacionales han sido reportadas en diferentes estudios, planteando que existen diversos estados de ánimo y actitudes donde la educación se vuelve toda una hazaña para desplegarse (Enríquez et al., 2021). En la educación superior, se hizo necesario reinventar la forma de enseñar a través del aprovechamiento de los recursos digitales disponibles, a pesar de la dispersión territorial de los estudiantes, la poco eficiente conectividad y carencia total o parcial de recursos tecnológicos, fueron obstáculos para garantizar el acceso pleno y permanente al proceso educativo.

Se puede afirmar que el afrontamiento, es un proceso complejo y multidimensional que tiene una enorme relevancia en la actualidad (Enríquez et al., 2021). Puesto que se define como los esfuerzos cognitivos y conductuales que se reflejan u observan a través de la conducta manifiesta o interna, en el manejo/control de peticiones externas, aquellas que proceden del ambiente como internas, las cuales muestran las características de la personalidad, y el estado emocional, que son evaluadas como algo que excede los recursos o posibilidades de la persona, para adaptarse a una situación (Ruíz et al., 2020). A ciencia cierta, las estrategias de afrontamiento y/o esfuerzo cognitivo constituyen herramientas o medios que el individuo desarrolla para hacer frente a peticiones específicas, estas tácticas pueden ser positivas al permitirle al sujeto hacer frente

a las demandas de forma adecuada, o negativas, al perjudicar su bienestar biopsicosocial (Londoño, 2023).

Algunos autores afirman que lo anterior está relacionado con la teoría de la carga cognitiva, la cual plantea que toda la información nueva se procesa primero en una memoria de trabajo de capacidad y duración limitadas, que posteriormente se almacena en el recuerdo a largo plazo, la cual es ilimitada, para su uso futuro. Una vez que la información se almacena en la retentiva a largo plazo, las anterior memoria y duración desaparecen transformando nuestro talento de funcionamiento (Paas & Merriënboer, 2020).

Para complementar el efecto del ahínco cognitivo en el sujeto, se plantean las señales motivacionales (Paas & Merriënboer, 2020). La cantidad de recursos cognitivos que son destinadas a la tarea, y dependen de cuánta memoria de trabajo se está dispuesto a invertir. Cuando se alcanza el límite o cuando se ve que el éxito en la tarea es imposible de lograr, los estudiantes reducen su esmero mental, y en algunas ocasiones no hay compromiso con la tarea. Señales motivadoras o motivacionales, como estas, pueden ayudar a los estudiantes a invertir más esfuerzo.

Los procesos disposicionales involucran diferentes mecanismos, pero lo que sí debe quedar claro es que, las emociones no motivan la conducta, son los motivos quienes determinan o influyen en el comportamiento. Algunos autores sustentan que la activación motivacional no puede reducirse a un solo procesos, es decir, que puede resultar de diversos factores como el fisiológico, cognitivo o conductual. Concluyendo que es el proceso que moviliza los recursos para que se produzca la actuación deseada, los cuales permiten la ejecución de un proceder deseado (McClelland, 1989, cap. 12; Chóliz, 2004). Posturas como las anteriores sustentan que la influencia de la activación se manifiesta tanto en el rendimiento, como en el estado emocional, es decir, la activación de los motivos opera en diversas situaciones por una variedad de incentivos que defienden el rendimiento óptimo al activarse de manera apropiada, lo cual genera efectos específicos sobre la conducta (Enríquez et al., 2021).

Otras variables que están modulando considerablemente la relación entre activación y rendimiento son tanto la dificultad de la tarea, como el nivel de aprendizaje de la misma. Así, el punto

óptimo de activación estaría elevado en tareas fáciles, así como en aquellas conductas sobre aprendidas, o consolidadas mediante el hábito. Cuando la tarea es difícil, o se tiene poca destreza en la ejecución de la misma, el punto óptimo de activación se encuentra bajo, lo que permite constatar que los niveles elevados de activación perjudican la ejecución (Enríquez et al., 2021). A nivel conceptual, y desde la perspectiva de los valores, los motivos sociales se han considerado como características relativamente permanentes adquiridas por aprendizaje social. Son generales, como los valores, pero se pone mayor énfasis en las satisfacciones que obtiene el organismo con el logro de determinadas metas (McClelland, 1989, cap. 12; Chóliz, 2004).

Los efectos cognitivos sobre la motivación se sustentan desde los incrementos en cantidad o calidad del incentivo que beneficia la ejecución (contraste conductual positivo), mientras que la disminución de la calidad o cantidad del incentivo ante la misma respuesta, producen decremento en la tasa conductual (contraste conductual negativo). Es decir, pueden ocurrir cambios en la conducta motivada debido a que se ha modificado la cantidad o calidad de la recompensa, pese a que esta se lleve a cabo en las mismas condiciones anteriormente mencionadas (Enríquez et al., 2021). Además de los efectos sobre el resultado (incremento o decremento de la conducta), una de las consecuencias más relevantes es la reacción emocional producida por ambos tipos de contraste conductual. El contraste conductual positivo genera reacciones emocionales agradables, el contraste conductual negativo produce frustración (McClelland, 1989, cap. 12; Chóliz, 2004).

1.1.3. Perspectivas y desafíos del pensamiento crítico en la educación superior

Estudiar las formas de evaluación del pensamiento crítico que existen en la actualidad, es un tema de interés. Permite medir las competencias intelectuales que provienen de la necesidad de comprobar la eficacia, de las iniciativas de intervención que se aplican en la educación (Benites et al., 2021). Es importante saber si un programa de instrucción consigue mejorar las habilidades de pensamiento que se proponen (Facione et al., 2017). Pero la evaluación del pensamiento crítico se enfrenta a una dificultad previa, que es delimitar qué se entiende por ello. Hay muchas formas de

definir lo que es pensamiento crítico, y según se entiende lo que es, así se debe proceder en su evaluación. El modo de valorar las destrezas intelectuales depende de cómo las entendamos. Criterios como estos, son los que estimulan el interés por seguir estudiando el pensamiento crítico (Halpern, 2014).

El pensamiento crítico, principalmente tiene que ver con el razonamiento (Facione et al., 2017); no visto como un mecanismo generador de ideas, sino como un proceso que parte del interés (motivaciones y actitudes) que activa las habilidades, las cuales permiten revisar, evaluar, repasar las ideas y puedan entenderse, procesar y comunicar mediante los otros tipos de pensamiento, tales como: la comprobación de Hipótesis; razonamiento verbal; análisis de argumentos; probabilidad e incertidumbre; y toma de decisiones y resolución de problemas; siendo de interés para este estudio (Halpern, 2014).

De esta manera, y de acuerdo con el punto de vista, se han establecido diferentes formas de abordar el conocimiento desde los procesos cognitivos, es así como, los razonamientos deductivo e inductivo, toman lugar para establecer relaciones de lo general a lo particular y de lo particular a lo general (Saiz, 2019). Al mismo tiempo, cabe mencionar que en el razonamiento deductivo se infiere una conclusión a partir de una o varias premisas, mientras que en el razonamiento inductivo se parte de la inducción como base fundamental para suponer que, si algo es cierto en algunas ocasiones, también lo será en situaciones similares, aunque no se haya observado (Saiz, 2019).

Otras formas de alinearse a los procesos mentales lógicos son el razonamiento analítico, lo inferencial o lo conceptual, donde el primero tiene que ver con la comprensión de una situación dividiéndola en partes pequeñas o determinando las implicaciones de una situación paso a paso estableciendo causalidad, mientras que el pensamiento inferencial es una forma de pensar sobre sugerencias e ideas que no fijan su significado de una manera muy precisa, sino que los lleva a significar aproximadamente lo que se ha sugerido, del pensamiento conceptual se puede afirmar que consiste en comprender una situación o problema armando las partes a fin de establecer la totalidad (Saiz, 2019).

Dentro de este abanico de miradas explicativas sobre los procesos mentales para aproximarse al conocimiento, tenemos el pensamiento crítico, este tipo de pensamiento, consiste en analizar y evaluar la congruencia de los razonamientos, en especial aquellos que la sociedad acepta como verdaderos en el contexto de la vida cotidiana. Este tipo particular de pensamiento, que según lo expresan los psicólogos, también exige claridad, precisión, equidad y evidencias, ya que intenta evitar las imprecisiones particulares.

En este sentido, la forma de razonar críticamente sugiere una reestructuración de los procesos mentales formales del ser humano, un abordaje profundo y extenso de los objetos de estudio que ha causado en las últimas décadas, una revolución en los diversos campos del conocimiento (Saiz, 2019; Rivas, 2021). Atendiendo a las diferentes aplicaciones que se han generado, a partir de este tipo de razonamiento, lo cual incluye creación de pruebas especializadas para establecer o medir, que tanto está razonando críticamente el ser humano en contextos diferentes, bien sean académicos, científicos o cotidianos, validan que seguir estudiando el pensamiento crítico tiene campos psicométricos en constante revisión.

1.2. Método e instrumentos

Una de las alternativas más actuales para medir el pensamiento crítico, es la propuesta por la Dra. Halpern. La autora ha desarrollado el test HCTAES (Halpern, 2014). Prueba centrada en evaluar la eficacia del aprendizaje para llevar a cabo los procesos que tienen uso a la hora de resolver situaciones de la vida cotidiana (García et al., 2020). Se le pide al individuo que exprese de forma explícita los pasos que se siguen para afrontarlos, que detalle las estrategias o procesos seguidos. La forma de evaluar el pensamiento crítico, es considerada transformadora e innovadora, pues se buscó consolidar y evaluar las habilidades que permiten hacer uso del pensamiento crítico a través de situaciones cotidianas a jóvenes universitarios de los diferentes programas de pregrado, con el uso de un software (instrumento HCTAES de Halpern).

El estudio se enmarca dentro de la investigación cuantitativa, tipo no experimental. Su alcance es descriptivo-explicativo, porque pretende sustentar el nivel de uso del pensamiento crítico en

tiempos de pandemia que desarrollaron los jóvenes universitarios. El diseño se realizó con estudiantes de ocho programas académicos en pregrado, de una institución universitaria pública colombiana, que cumplieron los siguientes criterios de selección: estar matriculados en el primer semestre del 2021, jornada académica diurna y nocturna, ser mayor de edad. El tamaño de la muestra se obtuvo al aplicar la fórmula para poblaciones finitas, se utilizó un nivel de confianza del 95%, obteniendo como resultado una muestra de 295 estudiantes de un total de 1250. Lo anterior se fundamenta en el Teorema asignación de Neyman, que plantea: Sea E una población con N elementos, dividida en k estratos, con N_i elementos cada uno de ellos, Sea n el número total de elementos al realizar el muestreo, y que se dividen en cada estrato como sea X la variable analizada que representa el carácter que intentamos estudiar.

El instrumento usado test HCTAES de Halpern (2014) fue codificado y aplicado en línea por la situación de pandemia que pasaba en ese momento la educación. El Test evalúa cinco habilidades de pensamiento crítico identificadas y definidas: habilidad de razonamiento verbal, habilidad de análisis argumentativo, habilidad de comprobación de hipótesis, habilidad para el uso de la probabilidad y la incertidumbre, y la habilidad de resolución de problemas y toma de decisiones, a través de 25 situaciones cotidianas, cinco para cada una de las habilidades, como se muestra en la tabla 1 (Halpern, 2014).

Tabla 1:

Peso de cada habilidad al interior del test

No.	Habilidad	Peso	Básico	Intermedio	Avanzado	Superior
1	Hipótesis	23,71%	11	16	21	27
2	Verbal	11,34%	2	3	5	7
3	Argumentativa	21,13%	7	11	14	19
4	Probabilidad e Incertidumbre	11,86%	2	3	5	7
5	Solución de Problemas	31,96%	21	27	33	40
Total		100%	43	60	78	100

Es importante enfatizar, que el instrumento, usa un formato de situaciones cotidianas con opción de respuesta cerrada. La prueba se complementa con el campo de las disposiciones motivacionales

en relación con los componentes cognitivo y meta cognitivo, se utilizó un cuestionario con 38 afirmaciones, que hacen parte de la prueba y que busca evaluar la disposición motivacional de los estudiantes, en aspectos del pensamiento crítico. El instrumento utiliza siete opciones de respuesta en niveles con única opción que permite hacer una descripción del estado de conciencia para evaluar la tendencia del individuo a participar y disfrutar de sus esfuerzos cognitivos; cada estudiante elige un número para cada afirmación. La prueba tiene una duración de 90 minutos, la cual fue resuelta de manera individual. El alcance del estudio realizó un aporte para conocer el perfil de los jóvenes universitarios que participaron, ayuda a tener indicios sobre el pensamiento crítico, qué los motiva a hacer uso de este, y especialmente afrontar situaciones cotidianas, qué los motiva a razonar críticamente.

1.3. Análisis y discusión de resultados

La población objeto de estudio, muestra que los resultados respecto al desarrollo del pensamiento crítico, es decir, la habilidad de comprobación de hipótesis, habilidad de razonamiento verbal, habilidad de análisis de argumentos, habilidad de probabilidad e incertidumbre, habilidad de toma de decisiones y resolución de problemas; evidencian un nivel intermedio-avanzado.

Para lo cual se identifica que los resultados para la habilidad verbal en la muestra de 295 (n) estudiantes tiene un intervalo de confianza del 95% que se encuentra entre 3,46 y 3,80. La dispersión de los datos es baja, es decir, los resultados están muy cercanos a la media (3,63) indicando que está en un nivel avanzado, correspondiente a 134 jóvenes (45,4%) y nivel superior 31 jóvenes (10,5%). Mientras que la habilidad argumentativa muestra un intervalo de confianza del 95% está entre 8,10 y 8,83; y, por último, la habilidad de solución de problemas presenta un intervalo de confianza del 95% con valores entre 21,65 y 22,86. La varianza de habilidades aumenta con respecto a la habilidad verbal, teniendo en cuenta que los valores se encuentran más dispersos con respecto a la media, y ambas están en un nivel intermedio. (Ver tabla 2).

Para las disposiciones motivacionales, se evidencia que el esfuerzo cognitivo muestra un intervalo de confianza del 95% que se encuentra entre 62,22 y 65,82. La disposición muestra un nivel ligeramente preciso.

Tabla 2.

Descriptores del Pensamiento Crítico

Habilidades y Disposiciones	N	Media	Nivel
Hipótesis	295	11,57	Intermedio
Verbal	295	3,63	Avanzado
Argumentativa	295	8,47	Intermedio
Probabilidad e Incertidumbre	295	2,82	Intermedio
Solución de problemas	295	22,25	Intermedio
Total habilidades	295	50,29	Intermedio
Estado de conciencia	295	89,68	Ligeramente precisa
Esfuerzo cognitivo	295	64,01	Ligeramente precisa
Total disposiciones motivacionales	295	153,36	Ligeramente precisa

De acuerdo con los resultados de la tabla 2, las habilidades de hipótesis, argumentativa, probabilidad e incertidumbre, solución de problemas y el total de las habilidades del pensamiento crítico, se encuentran en un nivel intermedio, indicando que se posee la habilidad y algunas veces se usa. Respecto a la disposición motivacional, los resultados muestran que el estado de conciencia, el esfuerzo cognitivo, así como el total de las disposiciones se encuentran en un nivel ligeramente preciso, lo cual indica una ligera actitud positiva. En cuanto a la habilidad verbal en el nivel avanzado, da cuenta de cómo los estudiantes en tiempo de pandemia han desarrollado la habilidad. En la pandemia, la necesidad de interactuar haciendo uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) dentro de las clases hizo que todos los estudiantes interactuaran sin necesidad de estar al frente de un grupo o sentirse intimidado por la mirada de los compañeros. La interacción se realizaba por medio de plataformas virtuales, en las cuales no se encendía la cámara y esa habilidad verbal era más fluida en los estudiantes.

La prueba de normalidad aplicada de acuerdo al tamaño de la muestra es la de Kolmogorov – Smirnov en la cual todas las variables analizadas no siguen distribución normal debido a que el nivel de significancia está por debajo de 0,05, es por esto que para

realizar las correlaciones se debe aplicar estadística no paramétrica, por lo cual se aplica el estadístico de Spearman para obtener las correlaciones entre las variables hipótesis, verbal, argumentativa, probabilidad e incertidumbre, solución de problemas, resultado total de las habilidades, estado de conciencia, esfuerzo cognitivo y disposición motivacionales.

Se pueden identificar varias correlaciones significativas:

- Total de las habilidades y habilidad solución de problemas con un índice de correlación de 0,842
- Total de las habilidades y habilidad argumentativa con un índice de correlación de 0,600
- Aspectos motivacionales y esfuerzo cognitivo con un índice de correlación de 0,720
- Esfuerzo cognitivo y habilidad argumentativa con un índice de correlación de -0,143

En tiempos de pandemia, las habilidades Argumentativa y Solución de Problemas incidieron de manera significativa en el pensamiento crítico de los jóvenes universitarios. Su relación es directamente proporcional, es decir, si cada habilidad aumenta, el nivel de pensamiento crítico también. Así mismo se pudo concluir que el esfuerzo cognitivo dentro de los aspectos motivacionales fue el de mayor peso. En cuanto a la correlación entre el esfuerzo cognitivo y la habilidad argumentativa se pudo observar que tiene un valor negativo, lo que indica la relación es inversamente proporcional en donde los estudiantes a mayor capacidad de argumentación, menor esfuerzo cognitivo.

De acuerdo con la tabla 3, el modelo de regresión lineal simple, permite observar el comportamiento y la incidencia de la habilidad de solución de problemas sobre el total del pensamiento crítico, en este caso el coeficiente de determinación R cuadrado 0,742 muestra

una incidencia del 74,2%. La incidencia se da por el mayor índice de correlación entre dos variables.

Tabla 3.

Modelo de Regresión lineal simple

Habilidad de solución de problemas como variable predictora del modelo

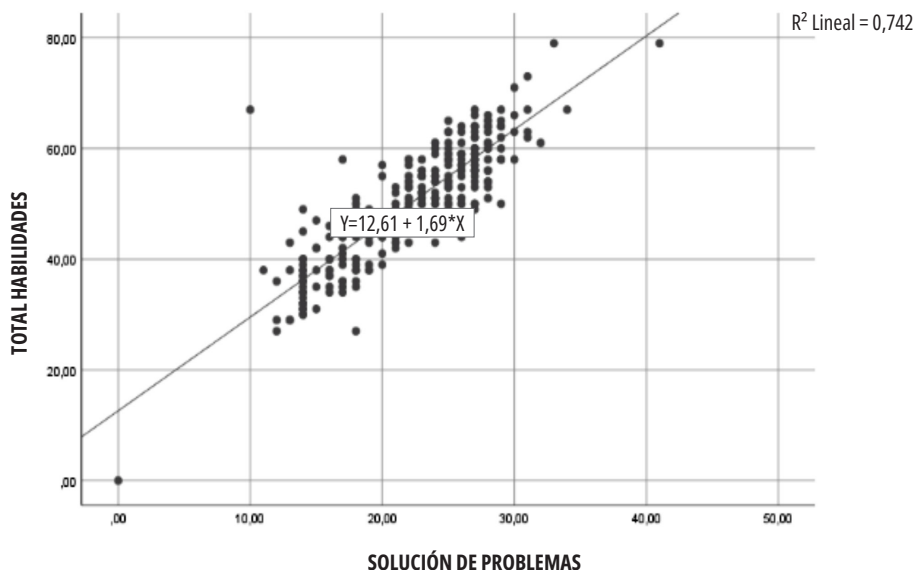
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,862 ^a	,742	,741	5,28827

Nota. Variable Predictora: Solución de problemas

En la figura 1 del gráfico de dispersión simple con línea de ajuste muestra como los datos se encuentran agrupados con respecto a la media, por lo tanto, la dispersión es baja. Se obtiene la ecuación del modelo de regresión lineal simple, con la cual se pueden realizar predicciones de valores futuros ($y=12,61+1,69x$).

Figura 1

Dispersión simple (solución de problemas)



De acuerdo con la tabla 4, el modelo de regresión lineal simple, permite observar el comportamiento y la incidencia de la habilidad argumentativa sobre el total del pensamiento crítico, en este caso

el coeficiente de determinación R cuadrado 0,351 muestra una incidencia del 35,1%. La incidencia está dada por el índice de correlación entre dos variables.

Tabla 4.

Modelo de Regresión lineal simple

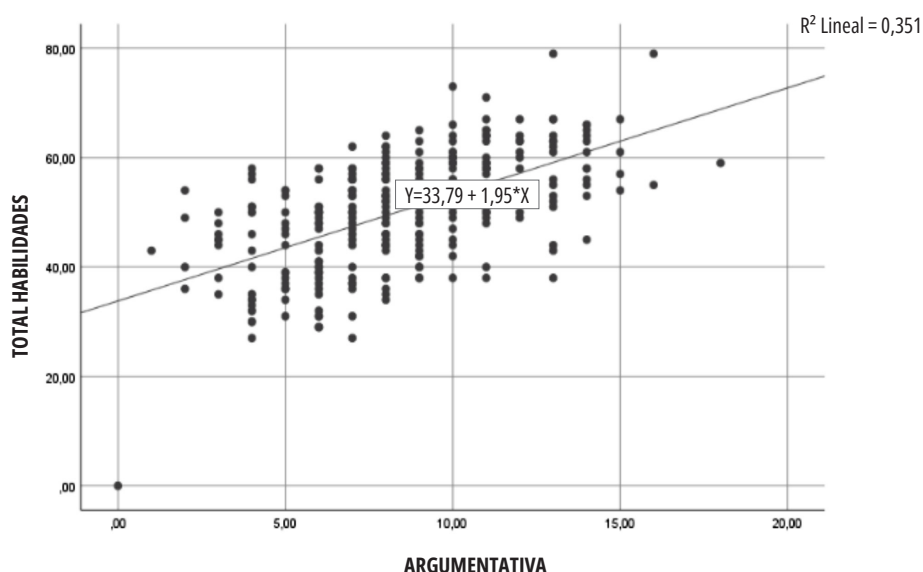
Habilidad Argumentativa como variable predictora del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,593 ^a	,351	,349	8,38960

Nota. Variable Predictora: Habilidad Argumentativa

En la figura 2., del gráfico de dispersión simple con línea de ajuste muestra como los datos se encuentran agrupados con respecto a la media, la dispersión que se presenta entre dos variables es mayor a la de solución de problemas. Es por esto que el coeficiente de determinación es menor. Se obtiene la ecuación del modelo de regresión lineal simple, con la cual se pueden realizar predicciones de los futuros ($y=33,79+1,95x$).

Figura 2.

Dispersión simple (argumentativa)



De acuerdo con la tabla 5, el modelo de regresión lineal múltiple, permite observar la incidencia de dos o más habilidades, en este caso la habilidad argumentativa y solución de problemas sobre el total del pensamiento crítico, en este caso el coeficiente de determinación R cuadrado 0,856 muestra una incidencia del 85,6%. Las variables que aportan al modelo hacen que el coeficiente de determinación aumente, de lo contrario si el coeficiente de determinación no aumenta o disminuye dicha variable no le aporta significativamente al modelo, por lo tanto, no se tenía en cuenta. Es decir, la habilidad de solución de problemas y la habilidad argumentativa explican en un 85,6% el uso alcanzado para desarrollar el pensamiento crítico por los jóvenes universitarios.

Tabla 5.

Modelo de Regresión lineal múltiple

Habilidad de Solución de problemas y Argumentativa como variables predictoras del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,925 ^a	,856	,855	3,96139

Nota. Variables Predictoras: Habilidad Argumentativa y Solución de problemas

Respecto a los resultados encontrados, a través de los modelos de regresión lineal se logra estimar valores futuros teniendo en cuenta variables que los jóvenes universitarios las poseen y la usan, como son la habilidad de solución de problemas y la habilidad argumentativa, debido a que tienen mayor índice de correlación y explican el comportamiento de lo evaluado, permitiendo el razonar críticamente a través de situaciones cotidianas.

Los hallazgos del estudio, muestran la incidencia significativa que tiene la habilidad verbal, argumentativa y solución de problemas en el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes universitarios en tiempos de pandemia. Además, como incide el esfuerzo cognitivo en la motivación para pensar críticamente.

Los resultados encontrados respecto a la habilidad verbal, muestran que el 55,9% de los estudiantes universitarios la usaron en tiempos de pandemia y se encontraba en un nivel avanzado, debido a que los jóvenes a través del uso de las plataformas digitales perdían

el temor a hablar en público, a expresar sus ideas, a participar, y dar a conocer sus pensamientos a través de su voz. Autores como Ballesteros y Jiménez (2020) en sus estudios encontraron que el 68,4% mejoraron el desarrollo del razonamiento verbal a partir del uso del lenguaje, según la óptica innovadora desde el uso de materiales y plataformas didácticas. Por tanto, el razonamiento verbal es fundamental para el éxito en el ámbito académico, siendo necesario en la resolución de problemas tanto intelectual como cotidianos (Godoy, 2022).

Otros hallazgos muestran como los jóvenes universitarios tienen desarrollada la capacidad argumentativa, la cual requiere de menor esfuerzo cognitivo. Autores como Enríquez et al., (2021) y Cangalaya (2020), consideran que el pensamiento debe mejorar desde lo menos a lo más, desarrollando las habilidades como esenciales, y serán concretadas desde la relación del docente – estudiante, a partir de problemáticas que los hagan sentir identificados o afines a su realidad y son las que permiten concretar que se está pensando críticamente. Las habilidades para llegar al uso del razonamiento crítico y logro del éxito académico de los jóvenes universitarios tienen una correlación positiva con relevancia leve en el proceso argumentativo, que validan la conducta manifiesta o interna para adaptarse a una situación.

La correlación entre la habilidad argumentativa, la solución de problemas y el pensamiento crítico se da de manera positiva y se explica a través de modelos de regresión lineal, en donde se puede observar cómo incide cada habilidad en el uso del pensamiento crítico, teniendo presente que cada habilidad le suma de manera significativa al modelo, logrando un coeficiente de determinación de 0,87 que se interpreta como un 87% de incidencia en el uso del razonamiento crítico en los estudiantes. Habilidades como estas, son validadas según Porras y otros (2020), desde aspectos claros para el desarrollo de las competencias comunicativas como identificar, analizar y evaluar un buen argumento, las cuales deben ser trabajadas porque mantienen la solides y fundamentación de la interacción discursiva aplicada a debates para diferencias de opinión. Las habilidades se ven ampliamente fortalecidas por la exposición a contextos cotidianos, sociales y culturales, como también académicos. Al abordar la habilidad argumentativa se puede permitir, según Bourdieu (2015) y Londoño (2023) llevar a

identificaciones como a la sistematización manipulativa del discurso hasta poder descubrir mentiras argumentadas que radican en el imaginario cotidiano o llegan hasta la contraargumentación presente en discursos ideológicos o religiosos.

1.4. Conclusiones

Pensar críticamente en la educación superior, significa abordar de manera apropiada los cuestionamientos complejos, especialmente, vinculados a la disposición motivacional que tiene el estudiante y futuro profesional. Es por ello, que las habilidades objeto de estudio, son consistentes con las definiciones de la estructura que maneja el instrumento (Test HCTAES). Pero no se pueden justificar por separado cada habilidad a la hora de analizar la información, porque existe un solapamiento entre las cinco habilidades y lo que motiva a razonar de forma crítica.

El pensamiento crítico es un modo de pensar –sobre cualquier tema, contenido o problema– en el cual el pensante mejora la calidad de su pensamiento al apoderarse de las estructuras inherentes del acto de pensar y al someterlas a estándares intelectuales. Es decir, el pensamiento crítico es autodirigido, auto disciplinado autorregulado y autocorregido, además, trae consigo un riguroso tipo de patrón de perfección y control consciente de su uso.

La motivación en sus diferentes acepciones ha sido un concepto muy recurrente de estudio al explicar la conducta humana. Este primer acercamiento es útil porque permite entender al sujeto, develar la realidad, anticiparse, formar sus proyectos existenciales y vivir originariamente hacia el futuro imaginándose en él. La época de la pandemia trajo muchas transformaciones, uno de ellos fue como fenómeno psicológico la motivación, lo importante no es comprenderla como algo estático, sino, más bien, como un proceso que se encuentra compuesto por motivos, metas, percepción de la competencia y atribuciones.

Por último, el pensamiento crítico permite procesar y reelaborar la información que recibe, dispone de una base de sustentación de sus propias creencias, posibilitando una actividad intelectual, tendiente a conseguir objetivos de manera eficaz, no tan solo en

el ámbito académico, sino también en la vida diaria; en este tipo de pensamiento, se utilizan habilidades como la argumentación, la resolución de problemas, y el razonamiento verbal.

Referencias

- Allen, G. (1989). La experiencia lingüística como medio para activar las técnicas de pensamiento crítico del alumno. *Comunicación, Lenguaje y Educación. España* (2), 31-39. <https://doi.org/10.1080/02147033.1989.10820881>
- Ballesteros, D. y Jiménez, F. (2020). *Fortalecimiento del razonamiento verbal a través de las TIC como estrategia creativa en estudiantes de básica primaria*. Universidad de Santander. <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/6285>
- Balluerka, N., Gómez, J., Hidalgo, D., Gorostiaga, A., Espada, J., Padilla, J. y Santed, M. (2020). *Las consecuencias psicológicas de la COVID-19 y el confinamiento*. Informe de investigación. https://cendocps.carm.es/documentacion/2020_Consecuencias_psicologicas_COVID19.pdf
- Benites, L., Camizán, H. y Damián, I. (2021). Desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes universitarios. *Tecnohumanismo*, 1(1), 21-30. <https://doi.org/10.53673/th.v1i1.42>
- Bourdieu, P. (2015). *Los tres estados del capital cultural*. Sociológica México. <http://www.sociologicamexico.azc.uam.mx/index.php/Sociologica/article/view/1043/1015>
- Cangalaya, L. (2020). Habilidades del pensamiento crítico en estudiantes universitarios a través de la investigación. *Desde el Sur*, 12(1), 141-153. <http://dx.doi.org/10.21142/des-1201-2020-0009>
- Chanto, C. y Peralta, M. (2021). *De la presencialidad a la virtualidad ante la pandemia de la covid-19: Impacto en docentes universitarios*. *Revista digital de investigación en docencia universitaria*, 15(2), e1342. <https://doi.org/10.19083/ridu.2021.1342>
- Chóliz, M. (2004). *Psicología de la Motivación: el proceso motivacional*. <https://www.uv.es/=choliz/asignaturas/motivacion/Proceso%20motivacional.pdf>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe- CEPAL. (2020). *La educación en tiempos de pandemia*. CEPAL, UNESCO. 1-21. <https://hdl.handle.net/11362/45904>

- Duron, R., Limbach, B. & Waugh, W. (2006). Critical thinking framework for any discipline. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*. 17 (2), 160-166. <https://www.isetl.org/ijtlhe/pdf/ijtlhe55.pdf>
- Ennis, R. (1996). *Critical thinking*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Enríquez, Y., Zapater, E. y Díaz, G. (2021). Disposición, habilidades del pensamiento crítico y éxito académico en estudiantes universitarios: metaanálisis. *Revista Complutense de Educación*, 32(4), 525-536. <https://doi.org/10.5209/rced.70748>
- Facione, P., Crossetti, D. & Riegel, F. (2017). Holistic Critical Thinking in the Nursing Diagnostic Process. *Rev Gaúcha Enferm*, 38(3), e75576. <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2017.03.75576>
- García, L. (2021). COVID-19 y educación a distancia digital: preconfinamiento, confinamiento y posconfinamiento. RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 9-32. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.28080>
- García, M., Acosta, D., Atencia, A. y Rodríguez, M. (2020). Identificación del pensamiento crítico en estudiantes universitarios de segundo semestre de la Corporación Universitaria del Caribe (CECAR). *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 23(3). <https://doi.org/10.6018/reifop.435831>
- Godoy, J. (2022). *Neuroeducación y enseñanza del razonamiento verbal en estudiantes de la academia pre universitaria César Vallejo, los Olivos 2021*. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/87947>
- Halpern, D. (1998). Teaching critical thinking for transfer across domains: Disposition, skills, structure training, and metacognitive monitoring. *American Psychologist*, 53(4), 449-455. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.53.4.449>
- Halpern, D. (2013). *Pensamiento y Conocimiento. Una introducción al pensamiento crítico*. 5ª edición. Publicado por primera vez. 2013. Libro electrónico publicado. 5 de noviembre de 2013. Pub. Localización Nueva York Imprimir Prensa de psicología. DOI <https://doi.org/10.4324/9781315885278> Paginas 656. ISBN del libro electrónico 9781315885278.
- Halpern, D. (2014). *Thought and knowledge. An Introduction to Critical Thinking*. Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9781315885278>

- Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación de la UNESCO-IIEP. (2020) *¿Qué precio pagará la educación por la COVID-19?*, 27 de abril de 2020. <https://www.buenosaires.iiep.unesco.org/index.php/es/portal/que-precio-pagara-la-educacion-por-la-covid-19>
- Londoño, D. (2023). Afianzamiento de las habilidades argumentativas de jóvenes universitarios noveles en Envigado. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 21(1), 1-25. <https://doi.org/10.11600/rlcsnj.21.1.5590>
- McClelland, D. (1989). Capítulo 12: *Efectos cognitivos sobre la motivación*. Libro: Estudio de la motivación humana. Ed., Narcea S.A. Madrid. 503–535. <https://psicuagtab.files.wordpress.com/2012/06/mcclelland-david-estudio-de-la-motivacion-humana.pdf>
- McClelland, D. (1989). Capítulo 8: *Medida de las disposiciones del motivo humano*. Libro: Estudio de la motivación humana. Ed., Narcea S.A. Madrid. 193–238. <https://psicuagtab.files.wordpress.com/2012/06/mcclelland-david-estudio-de-la-motivacion-humana.pdf>
- Melo, L., Ramos, J., Rodríguez, J. y Zárate, H. (2021). *Efecto de la pandemia sobre el sistema educativo: el caso de Colombia*. Núm. 1179. Informe: Efecto de la pandemia sobre el sistema educativo en Colombia. Banco de la República–nov de 2021. 1-58. <https://doi.org/10.32468/be.1179>
- Paas, F. & Merriënboer, J. (2020). *Cognitive-Load Theory: Methods to Manage Working Memory Load in the Learning of Complex Tasks*. Current Directions in Psychological Science, 29(4), 394–398. <https://doi.org/10.1177/0963721420922183>
- Paul, R. & Elder, L. (2006). *Critical thinking: Tools for taking charge of your learning and your life* (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Rivas, S. (2021). *Evaluación del pensamiento crítico: imprescindible y poco atendida*. Parte I, Cap. 2, 45-60. Ed. Torres Asociados, México, D.F. 2021. ISBN: 978-607-8702-30-5. <https://www.pensamiento-critico.com/archivos/PCebookIVsemi.pdf>
- Saiz C. (2019). Pensamiento crítico y eficacia. Madrid: Editorial Pirámide. ISBN: 978-84-368-4323-1
- Serrano-Cumplido, A., Antón-Eguía Ortega, P., Ruiz-García, A., Olmo, V., Segura, A., Barquilla, A. y Morán, Á. (2020). COVID-19. *La historia se repite y seguimos tropezando con la misma piedra* [COVID-19. History repeats itself and we keep stumbling on the

same stone]. Semergen. 2020 Aug; 46 Suppl 1:48-54. Spanish.
<https://doi.org/10.1016/j.semerg.2020.06.008>

Walker, S. (2003). Active learning strategies to promote critical thinking. *Journal of Athletic Training*. 38(8). 263-267. https://www.researchgate.net/publication/7219979_Active_Learning_Strategies_to_Promote_Critical_Thinking

Un pensamiento crítico sobre las experiencias emocionales de comprensión

*A critical thinking about emotional
experiences of understanding*

Andrés Mejía Delgadillo

<http://orcid.org/0000-0002-3968-9410>

Juliana Páez Vélez

<https://orcid.org/0000-0002-0662-2164>

2

Universidad de los Andes

Autor para correspondencia: Andrés Mejía,

E-mail: jmejia@uniandes.edu.co

Resumen

El pensamiento crítico es regularmente visto como el guardián que cuida cómo entendemos el mundo a nuestro alrededor y cómo actuamos como resultado de ese conocimiento. Para esto, típicamente se nos propone reflexionar sobre cómo formamos y qué tan justificadas son nuestras ideas. Esta versión del pensamiento crítico, sin embargo, es demasiado limitada para cuidar nuestras formas de comprender lo que tomamos como valioso e importante en el mundo y, por eso mismo, aquello que amerita de nosotros una respuesta. En este dominio práctico, el cual incluye lo ético y lo político, en lugar de solamente reflexionar sobre nuestras ideas, nuestro pensamiento crítico debería incluir reflexión sobre nuestras experiencias emocionales de comprensión, las cuales incluyen, entre otras cosas, nuestros modos de *percibir* lo valioso e importante a nuestro alrededor, así como nuestra disposición a *responder* ante ello. Estos componentes de percepción y disposición para responder son justamente lo que las emociones proveen a la experiencia, desde las reacciones emocionales de muy corto plazo hasta las actitudes emocionales de más largo plazo. Esta es, por lo tanto, una visión de las emociones como productivas de nuestra comprensión, que se desvía de la tradicional visión que las representa como exclusivamente obstáculos para una adecuada comprensión del mundo. Dentro de los aspectos a los que atendería este pensamiento crítico se encuentran las posibles fallas de nuestra experiencia en mirar, o inatención; en ver cuando miramos, o incapacidad; en ver mal, o distorsión; y en disponernos para responder, o quietud.

Palabras clave: atención, emociones, experiencia de comprensión, pensamiento crítico, percepción, valor

Abstract

Critical thinking is regularly seen as the guardian that protects how we understand the world around us and how we act as a result of that knowledge. For this purpose, we are expected to reflect on

how our ideas are formed and how justified they are. This version of critical thinking, however, is too limited to take care of our ways of understanding what we take as valuable and important in the world and, therefore, what merits a response from us. In this practical domain, which includes the ethical and the political, instead of just reflecting on our ideas, our critical thinking should include reflection on our emotional experiences of understanding, which include, among other things, our ways of perceiving what is valuable and important around us, as well as our disposition to respond to it. These components of perception and readiness to respond are just what emotions bring to experience, whether we refer to very short-term emotional reactions or longer-term emotional attitudes. This is, therefore, a view of emotions as productive, which deviates from the traditional view that represents them exclusively as obstacles to an adequate understanding of the world. Among the aspects that this critical thinking would attend to are the possible failures of our experience in looking, or inattention; in seeing when we look, or incapacity; in seeing badly, or distortion; and in preparing ourselves to respond, or quiescence.

Keywords: attention, critical thinking, emotions, experience of understanding, perception, value

Introducción

El pensamiento crítico es regularmente visto como el guardián que cuida cómo entendemos el mundo a nuestro alrededor y cómo actuamos como resultado de ese conocimiento. Por ejemplo, Robert Ennis, uno de los principales investigadores en este campo, lo ha definido como “un pensamiento *razonable y reflexivo* que se enfoca en decidir qué creer y cómo actuar” (Norris & Ennis, 1989, p. 1, t. p., énfasis añadido). La razonabilidad –el basarse en *razones*, las cuales pedimos, producimos y evaluamos– y la reflexividad –el esfuerzo *consciente* de hacer este ejercicio crítico de pensamiento– son las cuidadoras de nuestro pensamiento y de nuestra acción. El ya fallecido Richard Paul, otro importante investigador en este campo, propuso de manera sugestiva que el pensamiento crítico es “un pensar acerca de tu pensar, mientras piensas, para mejorar tu

pensar” (1992/s. f., t. p.). Implicaría, por lo tanto, una actitud *perfeccionista*, de querer mejorar o perfeccionar nuestro pensamiento¹.

En este capítulo pretendemos examinar lo que implicaría esa idea perfeccionista del pensamiento crítico cuando nos referimos a lo valorativo, es decir, a aquello que tomamos como valioso o importante en el mundo y que nos impulsa a actuar en respuesta. Los asuntos de la ética y de la política se constituyen justamente por aquellas cosas que representan valor e importancia para nosotros, tanto en lo personal como en lo social. Por ello, ubicamos nuestro análisis en el campo de lo ético-político y, de ahí, también en la pregunta por la formación moral y ciudadana. Como resultado de este análisis, proponemos una ampliación muy significativa de la idea de qué es lo que hacemos cuando pensamos críticamente, con respecto a lo que se ha formulado tradicionalmente en este campo. Ahí se encuentra la principal contribución de este trabajo. En particular, nuestro análisis y nuestra propuesta provienen en gran medida de reconocer el papel *productivo* central que, como lo han señalado numerosos autores (Goldie, 2000; Nussbaum, 2001 y 2004; Elgin, 2008; Tappolet, 2016), tienen las emociones en nuestra comprensión de lo que es valioso e importante en el mundo. Como podrá advertir más adelante quien lee esto, aquí nos alejamos de la imagen muy difundida pero en nuestra opinión desacertada de las emociones que las representa como únicamente obstáculos o impedimentos para pensar bien, como aquello que hay que mantener a raya cuando –en los términos de Ennis– vamos a “decidir qué creer y cómo actuar”. Un ejemplo se encuentra en Halpern y Dunn (2022).

¿Por qué sería necesaria una ampliación de la idea de pensamiento crítico? El modelo claramente dominante en el mundo –que es el proveniente del trabajo de Ennis, Paul y otros autores que han conformado el así llamado *movimiento de pensamiento crítico* (Lai, 2011; Facione, 2020; Hitchcock, 2022; Halpern y Dunn, 2022, entre otros)– parte de una idea del entendimiento humano como fundamentalmente *proposicional*: como constituido por sistemas de creencias interconectadas, donde las creencias son proposiciones expresables en el lenguaje las cuales adoptamos como correctas

¹ Tomamos aquí prestado el término *perfeccionismo* que Stanley Cavell (2008) usa en el ámbito de la moralidad.

–con diferentes grados de certeza²–. De ahí que una educación para el pensamiento crítico, en este modelo, se ocupe mayormente del desarrollo de habilidades y disposiciones –o, tal vez, competencias– para revisar con rigurosidad qué tan sólidas o creíbles son esas ideas que conforman nuestras creencias actuales y a partir de las cuales tomamos decisiones, así como aquellas nuevas que podamos llegar a adoptar ya sea porque las construyamos nosotros mismos o porque alguien más las haya propuesto.

Aunque no hay una lista única de elementos constitutivos del pensamiento crítico, algunas de las habilidades citadas por autores como Ennis (Norris y Ennis, 1989; Ennis, 1996) y Facione (2020) se relacionan con destrezas como analizar argumentos, juzgar la credibilidad de fuentes, juzgar y producir argumentos inferenciales y deductivos, identificar supuestos, y proveer explicaciones, entre otros. Como se puede argumentar, estas habilidades se refieren a maneras de operar sobre argumentos, ya sea en su producción o en su evaluación. Por otro lado, dentro de las disposiciones más citadas por estos mismos autores se encuentran buscar la verdad, buscar razones, ser de mente abierta, buscar precisión, y el deseo de aprender. Estas disposiciones, las cuales están estrechamente relacionadas con las *emociones cognitivas* y las *pasiones racionales* propuestas por Scheffler (1991; ver también Siegel, 1988), pueden entenderse como actitudes que mueven a la persona crítica a usar apropiadamente sus habilidades de pensamiento crítico con el fin de cuidar su pensamiento y sus decisiones sobre cómo actuar.

Otros autores, sin embargo, han defendido formas legítimas e importantes de comprensión que no estarían constituidas –o, al menos, no exclusivamente– por conocimiento proposicional o, como también se le llama: *saber que (knowledge that)*. Por ejemplo, la filósofa wittgensteiniana Cora Diamond (1995, 2003), entre

² Vale la pena aclarar que, en el lenguaje cotidiano, a veces la palabra *creencia* se asocia a ideas que adoptamos como ciertas pero que no tienen un sustento real. Aquí usamos la palabra en un sentido diferente, que es estándar en la filosofía del lenguaje: cualquier idea que adoptemos, que tomemos como correcta, cabe en la categoría de creencia, independientemente del sustento que tenga. Dentro de nuestras creencias se podrían incluir –por supuesto, dependiendo justamente de lo que crea cada persona– ideas tan variadas como “ $2+2=4$ ”, “hoy me demoré menos de 20 minutos en llegar a mi oficina”, “Andrés Parra es muy buen actor”, “la democracia es el mejor sistema de gobierno posible para Colombia” y “no existen seres ni fenómenos sobrenaturales”.

otres, ha defendido la legitimidad de las formas de comprensión que aparecen en nuestra experiencia, como por ejemplo el conocimiento del dolor y lo que ello nos permite para entender el dolor de otros. Este tipo de conocimiento probablemente puede entenderse mejor como un *saber de (knowledge of)*, también llamado conocimiento *objetual* o *directo (knowledge by acquaintance)* (Russell, 1910; Giustina, 2022). En una línea similar se encuentran las ideas de Anne Phelan (2001), quien ha criticado la idea misma del pensamiento crítico por atribuirnos responsabilidad únicamente por nuestro pensamiento, y ha defendido una visión que se centraría en nuestra experiencia y, en última instancia, en la sabiduría práctica. Y en el campo de la teoría literaria, autores como Jenefer Robinson (2005) han argumentado que una experiencia emocional apropiada por parte de quien lee es *necesaria* para su interpretación y comprensión de una obra literaria narrativa. Se puede mostrar que, en todos estos casos, las emociones adoptan un papel central en la manera en la que percibimos lo que ocurre a nuestro alrededor.

Pero, si este tipo de comprensión del mundo que aparece en nuestra experiencia emocional no es reducible al conocimiento proposicional, ¿de qué tendría entonces que ocuparse un pensamiento crítico que sea guardián que cuide de dichas formas experienciales de comprensión y que por lo tanto nos ayude a que ellas sean, en algún sentido plausible, mejores? De esto nos ocupamos en este artículo. Organizamos este texto de la siguiente manera: en la primera sección, *La comprensión como experiencia*, mostramos de qué manera se puede entender que hay formas significativas de comprensión del mundo a nuestro alrededor que aparecen en nuestra experiencia. A continuación, en *La naturaleza emocional de las experiencias de comprensión*, argumentamos que esas experiencias de comprensión son fundamentalmente emocionales y explicamos justamente el papel que juegan las emociones en ellas. En la tercera sección, *Un pensamiento crítico sobre nuestras experiencias de comprensión*, presentamos un recuento de algunos modos en los que nuestras experiencias emocionales de comprensión pueden fallar y, por lo tanto, son susceptibles de perfeccionarse. Estas fallas pueden entenderse entonces como lo que define el horizonte hacia al cual podría orientarse una formación del pensamiento crítico alrededor de nuestras experiencias emocionales de comprensión. La sección final, *A modo de cierre*, brevemente resume los princi-

pales puntos de nuestra discusión y concluye con unos caminos de desarrollo que podrían derivarse de esta propuesta.

2.1. La comprensión como experiencia

En la experiencia cotidiana nos encontramos con situaciones en las que las creencias no parecen recoger del todo nuestra comprensión -o la falta de ella- de una situación. Queremos dar un primer ejemplo en el que podemos tener creencias propias -creencias verdaderas, si se quiere- pero en el que, al mismo tiempo, no somos capaces de comprender o apreciar la situación. Se trata de nuestra experiencia de alguna gran pérdida, como por ejemplo la muerte de un ser querido. Para algunos de nosotros, en algunos casos, esta experiencia se da de tal modo que reaccionamos de manera un poco fría ante la noticia de la pérdida, y pasa algún tiempo -que puede ser desde unas horas hasta varios meses o incluso años- antes de que finalmente la aceptemos cabalmente. Incluso podemos afirmar algo como "Creo que todavía no había sentido o aceptado realmente su muerte." ¿No teníamos la creencia de que nuestro ser querido realmente había muerto? Por supuesto que ese no es el caso: la creencia correcta estaba allí. Si alguien nos hubiera preguntado por nuestro ser querido, sin duda habríamos respondido que había muerto. Pero también hay un sentido muy real en el que podemos decir que inicialmente simplemente no habíamos comprendido *en verdad*, o no nos habíamos dado cuenta *plenamente* de que nuestro ser querido había muerto, con *nuestro cuerpo y nuestra alma*, más allá de nuestro intelecto. Nuestra experiencia de la situación mostraba de algún modo una especie de confusión, o no podía estar todavía a la altura de las exigencias de la situación. Pero, tal vez gradualmente, o tal vez repentinamente como resultado de algún otro evento, finalmente lo llegamos a aceptar.

Otro ejemplo familiar se refiere a una visión general de la vida. Es posible que alguna vez hayamos oído, o tal vez incluso dicho nosotros mismos, que les jóvenes creen que son inmortales. Por supuesto, si le preguntáramos seriamente a un joven si realmente cree que nunca se va a morir, no en alguna otra vida sino en esta vida aquí en la Tierra, seguramente respondería con un claro "No". A lo que parecemos apuntar al usar esta expresión un tanto meta-

fórica es una forma más general de entender la vida, de ser y estar en ella, tal vez un tanto descuidada al ponerla en riesgo *como si no fuera posible llegar a morir*, la cual les atribuimos a los jóvenes tal vez en contraste con lo que tomamos –correctamente o no– como una comprensión más madura. Nuevamente, notemos que esta comprensión no puede reducirse simplemente a una serie de ideas que, en conjunto, constituyan un sistema de creencias; es más bien, como lo mencionamos antes, un modo de ser y estar en la vida, o, podríamos decir, un modo de *experimentar* la vida.

Notemos que, cuando usamos públicamente expresiones como estas –“No había aceptado aun plenamente que había muerto este ser querido” y “Los jóvenes se creen inmortales”–, no estamos esperando de la persona con quien hablamos una interpretación literal. En su lugar, parecemos estar invitando a nuestra audiencia de algún modo a una experiencia vicaria, a través de la imaginación, que en algún sentido se aproxime a la nuestra o a la de las personas cuya experiencia estamos señalando: una experiencia de lo que es saber pero al mismo tiempo no saber que una persona amada ha muerto, o de una apreciación general de lo que es tomar la vida en un sentido de manera un tanto descuidada. Es interesante el ejemplo de Wittgenstein (1929/1965, p. 6) de la frase: “Me maravillo ante la existencia del mundo”, que luego él describe en términos de la experiencia de ver el mundo como un milagro. Para Wittgenstein, quien hace esa declaración la emite como una especie de invitación para una experiencia vicaria, algo como: “Describiré esta experiencia para, si es posible, hacerles recordar las mismas o similares experiencias”. Quizás es en el proceso mismo de aceptar la invitación y de dar sentido a esas expresiones aparentemente sin sentido que ejercitamos nuestra capacidad imaginativa y podemos vicariamente, aunque sea de forma mínima, aproximarnos a la experiencia. Alrededor de este conocimiento experiencial, Toril Moi (2011) también ha argumentado, siguiendo a Simone de Beauvoir, que el lenguaje no argumentativo de la novela puede estar en mejor posición que el del ensayo filosófico para extender ese tipo de invitación a una forma general de experimentar la vida³.

³ Más adelante en el mismo texto en el que Wittgenstein discute la expresión “Me maravillo ante la existencia del mundo”, él describe esta frase como un ejemplo de una oración sin sentido, un mal uso del lenguaje. Pero aquí no acogeremos esa visión extremadamente reducida del lenguaje. Más bien, nos interesa resaltar que

Del mismo modo, en las diversas obras de Diamond (1988, 1993, 1995, 2003) encontramos abundantes ejemplos en obras literarias que presentan a los lectores experiencias particulares, que serían difíciles de ofrecer mediante un discurso puramente argumentativo. Pero quisiéramos examinar uno en particular, que amplía aún más esta idea de cómo ocurre la comprensión en la experiencia fuera del discurso argumentativo. Diamond (1988) pregunta: ¿qué es un ser humano y qué tipo de conocimiento sobre lo que es un ser humano será de alguna relevancia para nuestra comprensión moral de la vida? La definición que pueda hacer alguien desde la taxonomía en la biología no va a poder responder satisfactoriamente a esta pregunta. El conocimiento que buscamos con esa pregunta es un conocimiento práctico que ocurre en nuestra experiencia de percibir, en situaciones particulares, lo que es el reconocimiento o la negación de la humanidad de otro. Saber qué es un ser humano, en un sentido pertinente para la moralidad, implica poder percibir cómo la humanidad de diferentes personas es negada o reconocida en diferentes situaciones que nos vamos encontrando cuando caminamos por la vida: que en esta situación, aquí, la humanidad de alguien está siendo negada de esta manera particular; que en esta otra, allá, nuestra propia humanidad está siendo reconocida por otro, y así sucesivamente. Pero también, saber qué es la negación de la humanidad de alguien implica saber cómo puede ser la experiencia propia cuando eso nos sucede a nosotros.

Muy interesantemente, en su discusión sobre el arte (como experiencia), Dewey lo distingue de la ciencia por medio de una distinción entre *expresión* y *enunciación*. Vale la pena citarlo en extenso (1934/2008):

La ciencia enuncia significados; el arte los expresa. [...] La enunciación pone las condiciones bajo las cuales puede obtenerse la experiencia de un objeto o de una situación. Es una buena enunciación, es decir, efectiva, en la medida en que estas

con el lenguaje también podemos *señalar*, de un modo similar al que a veces lo hacemos señalando físicamente con nuestro dedo índice, esperando que la otra persona perciba lo que nosotros percibimos o pase por una experiencia similar a la que nosotros experimentamos. Esta es la diferencia entre el lenguaje de la novela y el lenguaje del ensayo filosófico al que se refieren Beauvoir y Moi (ver también Dewey, 1934/2008).

condiciones son enunciadas de tal manera que puedan ser utilizadas como *direcciones* por las cuales uno puede llegar a la experiencia. (pp. 95-96)

“Ciencia” significa justamente el modo de enunciación más útil como dirección. (p. 96)

Lo poético, como distinto de lo prosaico, lo artístico como distinto de lo científico, la expresión como distinta de la enunciación, hace algo que no es conducir a una experiencia, sino que constituye una experiencia. (p. 96)

El poema o la pintura no operan en la dimensión de una relación descriptiva correcta, sino en la de la experiencia misma. La poesía y la prosa, la fotografía literal y la pintura operan con diferentes medios para distintos fines. La prosa está enunciada en proposiciones. La lógica de la poesía es superproposicional aun cuando use lo que son gramaticalmente hablando proposiciones. Éstas tienen una intención, el arte es una inmediata realización de la intención. (p. 97)

Podemos ampliar los dos términos principales de la comparación y establecer una conexión más directa con nuestra discusión aquí. Por un lado, si bien Dewey habla inicialmente de ciencia, al final de la cita podemos ver que su objetivo es en realidad cualquier discurso que se pueda caracterizar como enunciator de significados, proposicionalmente, y que desarrollamos a través de la argumentación. Incluirá la filosofía, así como muchas formas del discurso cotidiano. Ese es, precisamente, el objeto del que se ocupan las formas dominantes del pensamiento crítico.

Por otro lado, por supuesto, la experiencia ocurre en todo tipo de interacción con el mundo y, por lo tanto, no es exclusiva del arte. Más bien, Dewey concibió su propia obra de filosofía del arte como algo que emprende la tarea de “restaurar la continuidad entre las formas refinadas e intensas de la experiencia que son las obras de arte y los acontecimientos, hechos y sufrimientos diarios, que se reconocen universalmente como constitutivos de la experiencia” (1934/2008, p. 4). Quien lee esto habrá notado que muchos de los ejemplos anteriores provienen de la literatura y las artes narrativas en general, lo que no debería sorprender dado el hecho de que

una afirmación sobre el estatus epistémico de la literatura -y de alguna manera de su valor más allá del entretenimiento- está en juego, especialmente cuando se contrasta con el de la filosofía. Pero nuestro interés proviene de la posibilidad de dar cuenta de otras formas de ver la comprensión que desbordan el discurso argumentativo proposicional, y las artes narrativas simplemente brindan un medio particularmente interesante para ese propósito, aunque no es el único, sobre el cual se ha investigado ampliamente. Ahora bien, esa continuidad entre el arte y la experiencia cotidiana también es reconocida por Cavell (citado en Moi, 2011, p. 130, t. p.), para quien las dificultades que implica interesarse por la propia experiencia son las mismas en la vida y en el arte:

La dificultad de evaluar [la propia experiencia de una película] es la misma que la dificultad de evaluar la experiencia cotidiana, la dificultad de expresarse satisfactoriamente, de obligarse a encontrar palabras para lo que uno está específicamente interesado en decir, lo cual deriva en la dificultad, como lo planteo, de encontrar el derecho a interesarse así.

Y continúa Moi: “Para Cavell, la experiencia estética no está divorciada de la experiencia ordinaria: descubrir lo que significa conlleva las mismas dificultades y alegrías que las investigaciones de las experiencias ordinarias” (Moi, 2010, p. 130, t. p.).

Una posible dificultad que podría aducirse acerca de entender la comprensión como algo que ocurre en una experiencia tiene que ver con su condición episódica; es decir, con el hecho de que las experiencias están delimitadas en el tiempo. Las creencias, por ejemplo, no comparten esta condición episódica ya que ellas pueden permanecer a pesar de que no estemos pensando en ellas. Así, por ejemplo, nuestra creencia de que Júpiter es el planeta más grande del sistema solar ha estado ahí, firmemente ubicada en nuestro sistema de creencias, desde hace muchos años, a pesar de que solo muy rara vez pensemos en ello. Si las experiencias de comprensión son episódicas, ¿significa eso que al finalizar una experiencia se pierde nuestra comprensión de la misma? Dewey (1938/1995) habla del potencial que tienen algunas experiencias -las educativas- para afectar y, en ese sentido, vivir en las experiencias futuras a las que dan lugar. Es de este modo que nuestras experiencias de comprensión constituyen, efectivamente, transformaciones en nuestras

capacidades de implicarnos en el mundo de nuevas maneras y no se extinguen una vez hemos dejado de tener la experiencia.

Para finalizar esta sección, nos gustaría declarar explícitamente lo que hemos de todos modos ido usando durante la discusión de esta sección: estas experiencias que no pueden almacenarse en conjuntos de creencias articuladas correcta y lógicamente de todos modos constituyen genuinamente formas de comprensión, y por lo tanto tiene sentido usar la expresión *experiencias de comprensión* para referirnos a ellas. Como lo explicaremos más detalladamente en la sección a continuación, estas experiencias involucran de manera crucial una cualidad emocional en ellas y, por ello, el término puede extenderse a *experiencias emocionales de comprensión*.

2.2. La naturaleza emocional de las experiencias de comprensión

Como vimos en la sección anterior, algunos de los autores que proponen que hay formas de comprensión del mundo que tienen lugar en nuestras experiencias señalan explícitamente un papel central para las emociones allí. En nuestra formulación, proponemos que las emociones generalmente, si no siempre, van a hacer parte de nuestras experiencias de comprensión.

Arriba señalamos algunos ejemplos en los que nuestra experiencia de comprensión –de la pérdida de alguna persona cercana, o de nuestra mortalidad– parecía diferir de lo que indicaban nuestros juicios o creencias. En la literatura de la filosofía de las emociones, se suele hablar de un tipo de fenómeno en el que aparece justamente una falta de correspondencia entre por un lado nuestros juicios y creencias y por el otro lado nuestra experiencia: el fenómeno de las *emociones recalitrantes* (Goldie, 2000; Price, 2015; Tappolet, 2016). Partimos de la idea de que las emociones conllevan maneras de representar lo valioso o importante de las personas, objetos y situaciones a nuestro alrededor (Nussbaum, 2001 y 2004; Solomon, 2004 y 2007; Tappolet, 2016). Así, por ejemplo, el miedo en una situación particular conlleva el verla como una en la que algo valioso está en peligro de ser dañado. O, también, la satisfacción conlleva el ver la situación como una en la que algo valioso se ha alcanzado

o se ha protegido. Pero, claro, las emociones pueden fallar cuando esa representación de la situación es desacertada: por ejemplo, el miedo en una situación en la que en realidad nada valioso estaba en peligro, o la satisfacción en una situación en la que en realidad nada valioso había sido alcanzado o protegido.

Una emoción recalcitrante es aquella que se mantiene, que no cede, a pesar de que la evidencia nos indique que está representando la situación de manera desacertada. Un ejemplo muy interesante proviene de los experimentos de Rozin y colegas (1986) alrededor del asco. En este caso, en un momento del proceso les investigadores, a la vista de los sujetos, introducen una cucaracha en un vaso de jugo, la revuelven y luego la retiran, todo esto mientras les dicen que la cucaracha está muerta y que ha sido completamente esterilizada de modo que no trae ningún riesgo para la salud. Al preguntarles si quieren beber ese jugo, los sujetos, predeciblemente, experimentan asco y en su gran mayoría se niegan a hacerlo⁴. Se dice aquí que este es un asco recalcitrante, dado que no cede ante las creencias de que efectivamente esa cucaracha era inocua y por lo tanto de que beber del vaso de jugo no era nocivo.

Es importante notar que, a diferencia de lo que algunos han pensado (ver, p. ej., Nussbaum, en Modzelewski y Nussbaum, 2016), la recalcitrancia no es un fenómeno que solo ocurra alrededor de emociones muy básicas relacionadas muy directamente con nuestra supervivencia. Goldie (2000) propone como ejemplo el de una persona que sabe perfectamente que el hecho de que otros estén en desacuerdo con ella no constituye una ofensa ni un ataque personal, y aun así se molesta cada vez que esto ocurre. Esa molestia ante el cuestionamiento o el desacuerdo no cede a pesar de que creamos o juzguemos que eso no es motivo para molestar. O podemos pensar también en muchas actuaciones cotidianas microagresivas que realizamos, impulsadas por emociones de desprecio hacia miembros de ciertos grupos sociales –como expresiones de racismo, xenofobia, homofobia o transfobia, entre otros– en muchos de nosotros que creemos genuinamente en la igualdad de los seres humanos y en la bondad de la diversidad. Además, como estos mismos ejemplos lo muestran, la recalcitrancia

⁴ Esta predictibilidad es para culturas occidentales. En algunas otras culturas no tiene por qué ser así.

emocional tampoco es un fenómeno aislado, excepcional, sino que aparece frecuentemente en nuestra cotidianidad.

Podríamos complementar esta caracterización del fenómeno de recalcitrancia mostrando que puede también presentarse en la vía contraria: además de que en ocasiones *sí experimentemos* una emoción en una situación que juzgamos o creemos que *no la amerita*, en otras ocasiones *no experimentamos* una emoción en una situación que juzgamos o creemos que *sí la amerita*. Por ejemplo, este es el caso de muchas situaciones que creemos que son indignantes, pero que, sin embargo, no nos causan en realidad una emoción de indignación. Algunos de estos casos probablemente corresponden a situaciones en las que coloquialmente decimos que ya hemos “sacado callo”; es decir, que, debido a una vivencia prolongada y frecuente en estas situaciones de injusticia, terminamos normalizándolas y nos volvemos insensibles ante ellas. Es decir, podemos creer o juzgar que efectivamente son injustas e indignantes, y aun así no nos indignamos ante ellas.

Ahora bien, la recalcitrancia de algunas de nuestras emociones muestra que, contrario a algunas teorías que se popularizaron en las últimas décadas del siglo pasado y se mantuvieron al menos hasta la primera del presente siglo (Nussbaum, 2001 y 2004; Solomon, 2007), las emociones no son ni implican necesariamente juicios o creencias (Tappolet, 2016). Pero entonces, si las emociones, al igual que algunos juicios, representan el valor o importancia de las situaciones en el mundo a nuestro alrededor, ¿cómo se distinguen de ellos? En nuestra propuesta, que sigue la de otros autores, la respuesta se encuentra en la *experiencia emocional*. Podemos entonces preguntarnos ahora: ¿qué es lo que tienen las experiencias del asco por la cucaracha en el jugo, o del desprecio hacia las personas miembros de ciertos grupos sociales, que las hacen diferentes del simple hecho de tener unas creencias sobre lo nocivo de beber de ese jugo o sobre la inferioridad y repugnancia de esas personas? Diferentes autores mencionan diferentes elementos, que pueden incluir, entre otros, unas sensaciones corporales internas (ver, p. ej., James, 1890/1989), unos procesos neuronales y químicos además de unos gestos faciales y corporales (Ekman, 1999; Ekman y Cordaro, 2011), o una *valencia* o *tono hedónico*, entendidos como la naturaleza positiva –agradable– o negativa –desagradable– de la experiencia (ver, p. ej., Barrett, 2006). Pero aquí nos interesa más

centrarnos en el modo en el que aparece en nuestras experiencias emocionales el hecho de que ellas son *respuestas* ante lo que percibimos como valioso e importante en el mundo (Frijda, 2006; Scarantino, 2014; Müller, 2019).

Podemos entender esto mejor comenzando por la idea de autores como Goldie (2007) y, especialmente, Tappolet (2016) de que en nuestras emociones *percibimos* las propiedades evaluativas de personas, objetos y situaciones en el mundo, donde el término *propiedades evaluativas* se refiere a su valor e importancia y a la manera en la que se ponen en juego en un momento dado –si están en peligro, en el miedo; si se han protegido, en el alivio; si se han perdido, en la tristeza; etc.–. De aquí podemos ver que una propiedad evaluativa, justamente por representar el valor y la importancia de algo, es lo que amerita de nosotros una *respuesta*. Esta formulación, que tomamos de Goldie (2000), es especialmente significativa porque muestra la relación directa que existe entre el valor de una situación y la respuesta que demanda de nosotros. Si en una situación dada no hubiera nada valioso e importante en juego, ella no ameritaría ninguna respuesta más que encogernos de hombros y seguir con nuestras vidas (Baier, 2004).

Ahora bien, la naturaleza responsiva de una emoción aparece especialmente a través de dos elementos constitutivos de la experiencia emocional, los cuales están estrechamente relacionados entre sí: la *atención* y la *motivación* para actuar. La interacción de estos dos elementos puede verse en unos ejemplos. Supongamos que vamos caminando, sin compañía de ningún tipo, tarde en la noche en un lugar solitario del centro de Bogotá. Probablemente el miedo que muchos de nosotros sentimos en esa situación nos haga prepararnos para responder ante el peligro de un posible ataque de alguien que pueda hacernos daño. Parte de esa preparación consistirá en prestar atención a los lugares de donde podrían salir atacantes, así como de los recursos que hay allí a nuestra disposición para huir o enfrentar la situación de otro modo. Esa atención también involucra nuestros pensamientos: estaremos probablemente evaluando posibilidades para decidir de antemano nuestros posibles cursos de acción.

En un segundo ejemplo, supongamos ahora que la organización en la que trabajamos se encuentra en una reestructuración y que han despedido a varias personas en las últimas semanas. Ante esto, muchos experimentaríamos ansiedad por la posibilidad de perder nuestro empleo. Posiblemente, esta ansiedad nos impulsará a responder para responder a ese peligro a través de acciones como revisar muy bien nuestras cuentas de dinero y activamente buscar trabajo en portales de empleo y en otros espacios. Pero, además, probablemente entraremos en una especie de estado de vigilancia o *alerta* inconsciente: en general, mientras hacemos nuestras tareas cotidianas y mientras estamos pensando en otras cosas, sin darnos cuenta del todo estaremos también muy atentos hacia cualquier evento que pueda ser relevante para nuestra situación laboral. Así, las ofertas de empleo u otras posibilidades de trabajo probablemente serán mucho más *salientes* en nuestra experiencia de la vida durante ese período de tiempo y resaltarán mucho más del trasfondo general de eventos que ocurren a nuestro alrededor.

Los elementos de atención y de preparación para una respuesta, como los que acabo de describir, son centrales en una experiencia emocional; pero no necesariamente vienen de la mano siempre con nuestros juicios y creencias. Es por ello que podemos tener emociones recalcitrantes en las cuales las maneras de representar la situación a través de nuestras emociones y de nuestros juicios o creencias no coincidan entre sí. Pero, más importante, esto nos permite también ver cómo las experiencias emocionales representan, de un modo que las simples creencias y juicios no lo hacen necesariamente, maneras de ser y estar en el mundo o, en términos de Solomon (2004, 2007), modos de *implicarnos* o involucrarnos en el mundo, que materializan efectivamente nuestras atribuciones de valor e importancia a algunas personas, objetos y situaciones de un modo activo en el que respondemos ante ellas⁵.

⁵ La expresión que usa Solomon, en inglés, es *engagements with the world*, la cual es difícil de traducir apropiadamente al español. Aquí tomamos el término *modos de implicarnos en el mundo* que proviene de la traducción que hace Pablo Hermida del libro de Solomon de 2007, con el título *Ética emocional. Una teoría de los sentimientos* (Paidós).

Esto no quiere decir que emociones y creencias actúen siempre de maneras separadas y que no puedan complementarse o interactuar de maneras complejas e interesantes. De hecho, seguramente esto es lo que ocurre continuamente en nuestra experiencia cotidiana de la vida. Pero son las emociones las que pueden brindar a nuestras creencias un sentido más orgánico, activo y, en algún sentido, más vital y más real a la idea de que hay personas, objetos y situaciones en el mundo cuyo valor amerita que respondamos ante ellas. Incluso cuando, como en la mayoría de los casos, nuestras creencias y emociones se conjugan para producir nuestra manera de estar en el mundo (Elgin, 2008), son las emociones las que aportan la atención, la alerta y la motivación para responder ante lo que tomamos como valioso e importante en el mundo. Por esto, el hecho de que el movimiento de pensamiento crítico se haya concentrado exclusivamente en la articulación de ideas –proposiciones, que constituyen juicios y creencias– a través de argumentos es efectivamente una gran limitación del mismo.

2.3. Un pensamiento crítico sobre nuestras experiencias de comprensión

Como vimos antes, el modelo dominante de pensamiento crítico se basa en la premisa de que nuestras ideas pueden estar basadas en argumentaciones o datos deficientes, que pueden tener un alcance limitado, que podemos estar sosteniéndolas con exceso de confianza. Es de la falibilidad y la perfectibilidad de nuestro pensamiento que el modelo dominante de pensamiento crítico deriva su propósito y su significado. Cuando dejamos de centrar nuestra atención exclusivamente en nuestras creencias y juicios –articulados y justificados por medio de la argumentación– y la dirigimos a nuestras experiencias emocionales de comprensión, surge entonces también la pregunta sobre las formas en las que nuestra experiencia puede ser falible o limitada y, por lo tanto, perfectible.

Que la experiencia pueda ser falible o limitada parece ser, para Cavell (2002), algo central en la idea misma de experiencia. Para él, las cuestiones de la experiencia necesitan atención constante; nada más, pero nada menos, que eso (...) la admisión constante de que la propia experiencia puede estar equi-

vocada, o mal formada, o desatenta e inconstante. (...) Es una afirmación del hecho de la vida –el hecho metafísico, podría decirse– de que, aparte de la experiencia que uno tiene de ella, no hay nada que saber sobre ella, ninguna forma de saber que lo que uno sabe es relevante. (2002; pp. 201-202, t. p.)

¿De qué manera se puede decir que una experiencia emocional de comprensión puede estar equivocada o que ha sido mal formada? En lo que resta de esta sección, nos ocuparemos justamente de explorar diferentes modos en los que esta puede fallar, o haber sido mal formada, como una formulación sobre el tipo de elementos a los que podría atender un pensamiento crítico que sea guardián de nuestros modos de comprender el mundo experiencialmente. De los dos componentes que planteamos en la sección anterior que más nos interesan de una experiencia emocional, discutiremos primero unas fallas de la experiencia más relacionadas con la *percepción* –las cuales incluyen pero no se reducen a la atención y la alerta–, para luego pasar a lo más relacionado con la *disposición para la acción*. Es importante aclarar que no pretendemos que este conjunto de clases de fallas posibles en nuestras experiencias emocionales de comprensión sea una lista exhaustiva. Más bien, buscamos ilustrar el tipo de exploración crítica del que se ocuparía un pensamiento crítico.

2.3.1. Inatención: no mirar

Tener una actitud emocional de indignación ante el machismo implica, entre otras cosas, que efectivamente tomemos como valiosa la equidad de género, que percibamos el mundo a nuestro alrededor como machista, y que nos encontremos en un estado general de *alerta* ante los eventos en el mundo que sean relevantes para él: manifestaciones puntuales de machismo, promulgación de normas que refuerzan o que atacan el machismo, expresiones de expectativas culturales inequitativas sobre roles de género, etc. Este estado de alerta es, justamente, lo que conlleva la actitud emocional de indignación ante el machismo y que le da un carácter experiencial que no necesariamente se va a encontrar en las meras creencias o juicios de que el machismo es problemático y de que nuestra sociedad es machista. Sería difícil decir que, efectivamente, experimentamos indignación frente al machismo en nuestra sociedad si nuestra experiencia cotidiana de vida fuera una en la

que regularmente nos pasaran *desapercibidas* las instancias directas de machismo a nuestro alrededor o los sucesos de naturaleza cultural, legal, política, económica, etc. que sean relevantes para este fenómeno.

Podemos llamar a esta falla en nuestra percepción como la del ejemplo del machismo, una falla en nuestro *mirar*; es decir, en dirigir nuestra atención y con ella nuestros pensamientos, en la dirección de los eventos relevantes al respecto que ocurran a nuestro alrededor. De esta manera, las fallas en mirar pueden caracterizarse como *inatención*. Para Diamond (1995), la mirada atenta es clave para la moralidad: “La raíz de la moralidad en la naturaleza humana [es] una capacidad de atención a las cosas imaginadas o percibidas: lo que creo que sería justo llamar una atención amorosa y respetuosa” (1995, p. 306, t. p.). Por ese papel central que toma en nuestras emociones, como lo sugiere Moi (2011), la calidad de nuestra atención nos delata en cuanto a qué es lo que realmente tomamos como valioso e importante en el mundo. En su análisis de lo que la persona que hace crítica –literaria, teatral o cinematográfica– cuando revela su experiencia tanto de las obras de arte narrativo como de la vida en general, ella propone:

Quien hace crítica revela cómo ve la obra, el mundo y lo que le importa desde el punto de vista existencial, intelectual, político y moral. Revela, también, la calidad de su atención, la profundidad de su imaginación, su capacidad para la filosofía” (Moi, 2011, p. 137, t. p.).

Y hay también una apelación a los demás, con un gesto característico que se expresa así: “‘Esto es lo que yo veo. ¿Puedes verlo tú también?’ La apelación puede quedar sin respuesta. Podemos descubrir, dolorosamente, que estamos solos en nuestras percepciones de lo que importa en el mundo” (Moi, 2011, p. 137, t. p.).

Una tarea del pensamiento crítico es, entonces, ayudarnos a reconocer cuándo estamos fallando en dirigir nuestra mirada hacia aquellos eventos que son valiosos o importantes y que ameritarían una respuesta de nuestra parte. Fallar en mirar puede tener su origen en varios tipos de situaciones. Por supuesto, por ejemplo, si las prácticas sociales en las que hemos vivido siempre, no nos involucraron en un estar alertas ante ciertos tipos de eventos

importantes relacionados con el machismo, será difícil que hayamos desarrollado ese estado de alerta o capacidad de atención y, por lo mismo, será difícil que hayamos desarrollado una indignación frente al machismo prevalente en nuestra sociedad. Pero hay otro tipo de situación muy diferente que también puede dar lugar a una falla en mirar: el *adormecimiento* de nuestra capacidad perceptual de alerta. Por ejemplo, la rutina cotidiana de nuestras tareas puede llevarnos a dejar de percibir el valor de la dignidad de las personas con quienes interactuamos en nuestra rutina –por ejemplo, en nuestras labores docentes hacia nuestros estudiantes–.

2.3.2. Incapacidad: no ver cuando miramos

Un segundo tipo de falla ocurre cuando, incluso mirando con atención en una situación, somos incapaces de ver lo que hay allí; somos incapaces de percibir cómo en dicha situación se está poniendo en juego algo valioso. Proponemos referirnos a este tipo de situaciones como una falla en *ver cuando miramos*, y las caracterizamos como formas de *incapacidad*.

Se puede hacer una analogía con la percepción sensorial: por ejemplo, podemos reconocer que hay personas que distinguen mucho mejor que nosotros, en el gusto y el olfato, diferentes tipos de vinos o cafés, o que pueden identificar mucho más fácilmente un animal como un mono, un ave o un hormiguero que se encuentra en lo alto de un árbol en la distancia. A pesar de estar activamente prestando atención, ya sea degustando, oliendo o mirando, nuestro aparato perceptual no tiene la capacidad para hacer las distinciones con la facilidad con que las hacen otras personas que sí lo han desarrollado. Algo similar ocurre con las emociones (Goldie, 2007; Price, 2015; Tappolet, 2016). Retomando el ejemplo de la actitud emocional de indignación hacia el machismo, las situaciones de discriminación directa y explícita –p. ej., normas que directamente niegan a las mujeres sus derechos políticos, o expresiones que explícitamente denigran de las mujeres como “¡Qué bruta! Mujer tenía que ser...”– posiblemente requieren de muy poca destreza de nuestras capacidades para poder percibir allí el machismo. Pero otras formas menos directas o explícitas –p. ej. machismos estructurales o micromachismos– pueden requerir de una capacidad de percepción mucho mayor. Probablemente conocemos muchos casos, en otros y en nosotros mismos, de tener buenas intenciones,

así como un compromiso genuino en contra del machismo y aun así fallar en percibirlo en ciertas situaciones particulares al no haberlas reconocido aún como tales.

La reflexión consciente y teorizante acerca del machismo –la cual, sí, puede ser argumentativa–, aprendiendo de lo que otras personas han aprendido a ver –en este caso, especialmente desde los feminismos– puede ayudarnos aquí. Y esto mismo, por supuesto, se aplica a cualesquiera otros asuntos de valor e importancia que estén en juego en las situaciones que atravesamos y con las que entramos en contacto en la vida. Es decir, si bien la reflexión crítica no reemplaza nuestras experiencias emocionales de comprensión, sí puede nutrir el desarrollo de nuestro aparato perceptual emocional. Esta es, por lo tanto, otra tarea para el pensamiento crítico.

2.3.3. *Distorsión: ver mal*

Puede verse esta tercera falla de nuestras experiencias emocionales de comprensión como una ampliación de la anterior. Como es claro de nuestra discusión a lo largo de este texto, las emociones pueden desacertar en el modo en el que, a través de ellas, representamos la situación: cuando, por ejemplo, sentimos desprecio ante alguien por ser de un grupo social determinado, sin que en realidad sea una persona despreciable; o sentimos celos por una conducta de nuestra pareja que en realidad no pone en riesgo la relación ni nos irrespeta de ninguna manera. Estas fallas pueden relacionarse con ver lo que no hay, como en los ejemplos anteriores, o, más en general, ver más o menos de lo que hay. En su conjunto, nos referimos a estas fallas de nuestra percepción como un *ver mal*, y las caracterizamos en términos de una *distorsión* de nuestro aparato perceptual emocional.

Como es conocido, la idea del justo medio aristotélico propone que hay unas condiciones adecuadas para las emociones según la situación ante la que responden (Aristóteles, 1985). Por ello, él propone:

Así, pues, el que se irrita por las cosas debidas y con quien es debido, y además cómo y cuándo y por el tiempo debido, es alabado. [...] Pues los que no se irritan por los motivos debidos o en la manera que deben o cuando deben o con los que deben, son tenidos por necios. [...] Así, los irascibles se

encolerizan pronto, con quienes no deben, por motivos que no deben y más de lo que deben. (E.N., L. IV, C. 5, p. 226)

Pero esta idea es común en nuestras expresiones cotidianas. Así, por ejemplo nos recriminamos a nosotros mismos o a otros por enojarnos demasiado ante alguna nimiedad, o por asustarnos demasiado ante algo que era solo mínimamente peligroso.

Reconocer que nuestras emociones pueden a veces no acertar del todo no es muy diferente de reconocer que nuestras creencias o juicios pueden a veces también no acertar. Así, probablemente disposiciones reconocidas de pensamiento crítico que implican una cierta humildad, una cierta aceptación de nuestra falibilidad –como buscar la verdad y tener mente abierta–serían igual de útiles aquí.

Pero hay un elemento adicional para mencionar en el caso de las emociones recalcitrantes. Aquí, es especialmente importante reconocer que es posible continuar experimentando una emoción sin que necesariamente tengamos que de ahí directamente adoptar la creencia correspondiente. Es decir, retomando los ejemplos anteriores, podemos aceptar que estamos despreciando a alguien o sintiendo celos sin tener razón; algo similar a lo que probablemente dirían los sujetos del experimento de Rozin y colegas (1986) descrito más arriba: “Sé que la cucaracha no era nociva, pero aun así siento asco”. Así, sentir desprecio no implica creer o juzgar que la otra persona es despreciable, de modo similar al hecho de que sentir celos no implica creer o juzgar que la conducta de nuestra pareja es efectivamente irrespetuosa o que pone en riesgo nuestra relación. Desde la humildad que nos exige el pensamiento crítico, lo que sí implica es la necesidad de examinar las posibles consecuencias dañinas de esa recalcitrancia de nuestras emociones y, cuando lo amerite, trabajar en cultivarlas o descultivarlas para hacer algo al respecto. Por ejemplo, es posible que sea un deber moral nuestro trabajar en la repulsión y el desprecio que experimentemos hacia miembros de ciertos grupos sociales solo por esa condición; pero puede estar bien, si los celos son moderados, estar *en paz* con el

hecho de que los sentimos, aunque sean desacertados, y más bien solo regular nuestras reacciones emocionales de respuesta⁶.

2.3.4. *Quietud: no disponernos para responder*

La última falla de las experiencias emocionales de comprensión a la que nos queremos referir aborda el componente del disponernos para actuar en respuesta ante una situación. Como lo discutimos más arriba, parte de lo que hace especial este tipo de comprensión consiste en que toma lo valioso o importante en el mundo como algo que *amerita una respuesta* (Goldie, 2000), y ese ameritar una respuesta se materializa en una disposición o motivación para responder de modo correspondiente (Frijda, 2006; Scarantino, 2014; Müller, 2019). Así, se esperaría que en el miedo nos dispusiéramos a responder para evitar la vulneración de aquello valioso que está en peligro; o que en la culpa nos dispusiéramos a responder de modo que reparemos el daño y la relación con las personas afectadas⁷.

Pero este no es siempre el caso: en ocasiones fallamos en *disponernos para actuar en respuesta* de modo consistente con la manera en la que percibimos que, en la situación, se está poniendo en juego algo valioso o importante. Por ejemplo, podemos percibir una situación como injusta e indignante y, aun así, no experimentar una disposición o motivación para por ejemplo, según sea el caso, intentar directamente detener la injusticia o embarcarnos en acti-

⁶ Aquí ocurre algo similar a lo que ocurren en el caso de las creencias. Así como es debatible que siempre sea mejor, éticamente hablando, tener creencias verdaderas –por ejemplo, es debatible que sea siempre mejor que sepamos la verdad sobre si nuestros hijos son nuestros hijos biológicos–, de igual manera es debatible que siempre sea mejor, éticamente hablando, tener emociones que representen acertada o verídicamente la situación –por ejemplo, es debatible que siempre sea mejor para nuestra relación de pareja no experimentar nunca celos, ni siquiera de una manera leve, cuando los comportamientos de nuestra pareja no están poniendo en peligro la relación ni están irrespetándonos–. Algunas relaciones se pueden constituir a partir de una especie de tratamiento especial y de algún modo sesgado desde nuestras emociones, que muestran que la otra persona es especial para nosotros (Roberts, 2013).

⁷ Tangney (Tangney y Dearing, 2002; Tangney et al., 2007) distingue entre vergüenza y culpa en parte por el foco de la atención –en la culpa, en la acción dañina y en el daño; en la vergüenza, en mí mismo y en mi imagen–, y en parte por la respuesta a la que nos disponemos –en la culpa, a ofrecer disculpas, a mitigar o reparar el daño y a no repetirlo; en la vergüenza, a proteger nuestro sentido de identidad, evadiendo o respondiendo agresivamente–.

vidades que hagan algo alrededor de ese tipo de injusticia –por ejemplo, como parte de colectivos organizados para ese fin–. A esta falla la caracterizamos como *quietud* dado que la emoción, al movernos hacia la acción en respuesta, puede verse como una *inquietud*.

La quietud puede ocurrir por muchos motivos. Uno de ellos, el cual encontramos particularmente importante para mencionar aquí, proviene de un desplazamiento del foco de nuestra acción. Por ejemplo, para calmar la angustia que empáticamente experimentamos en una situación en la que alguien más siente angustia, podemos optar por no mirar, por alejarnos, y así dejar de experimentar nuestra angustia (Roberts, 2013; Hoffman, 2014). Aquí, el foco de nuestra emoción se ha desplazado de la persona angustiada a nuestra propia experiencia emocional de angustia en sí misma. O, también, ante situaciones injustas podemos experimentar una especie de indignación o de compasión autoindulgente en la que nos enorgullecemos de nuestra sensibilidad, o incluso la expresamos públicamente para así presentar una buena imagen ante otros, pero puede no llevarnos a ninguna otra acción relacionada con la situación indignante. En este caso, el objeto de la emoción parece haberse desplazado de la situación indignante a nuestra imagen ante los demás.

Estas, al igual que otras que no desarrollamos aquí, constituyen formas problemáticas de emociones que habrían podido llevarnos a una acción moral, pero que terminan diluidas en un reenfoque hacia nuestro propio bienestar. Un pensamiento crítico guardián de nuestras experiencias emocionales de comprensión del mundo tendría que ocuparse también, entonces, de la manera en la que nos disponemos para responder ante las personas, objetos y situaciones que comportan valor e importancia a nuestro alrededor. Al fin y al cabo, es ahí donde se materializa la idea de que lo tiene valor es lo que amerita una respuesta cuando ello está en juego.

2.4. A modo de cierre

En este texto hemos desarrollado unas ideas iniciales para un pensamiento crítico que se ocupe de nuestras experiencias emocionales de comprensión. Este tipo de pensamiento crítico sería reflexivo

acerca del modo en el que, a través de nuestras emociones, percibimos y respondemos apropiadamente la importancia de cómo se ponen en juego, en las situaciones que vivimos, aquellas personas, objetos y situaciones que son valiosas e importantes para nosotros. Este pensamiento crítico de lo afectivo, por así llamarlo, valoraría los límites y posibilidades de nuestras experiencias, y buscaría formas de perfeccionarlas. Así, su objetivo último puede representarse mejor como un crecimiento de nuestra experiencia, especialmente en lo ético y lo político.

Este perfeccionamiento al que nos acabamos de referir conlleva un reto mucho mayor que el que tradicionalmente se le ha asignado al pensamiento crítico que busca mejorar nuestro pensamiento y que opera sobre nuestras creencias y juicios. Este último permite hacer ajustes con relativa rapidez: una vez nos damos cuenta de que una de nuestras creencias no es sólida, podemos cambiarla o, al menos, mantenerla en suspenso mientras encontramos mejor evidencia o argumentos que nos permitan tomar una decisión. Sin embargo, no ocurre lo mismo con la comprensión que ocurre en nuestras experiencias emocionales. Estas requieren, sin duda, de un trabajo más continuado y persistente sobre nuestras capacidades y actitudes de percepción y sobre nuestras tendencias de disponernos en respuesta; es decir, para usar el término de Solomon (2007), sobre nuestros modos de implicarnos en el mundo. Vemos este trabajo como uno de *cultivo emocional*, para el cual requerimos de mucha investigación educativa que nos permita comprender cómo funciona y de qué maneras puede llevarse a cabo. Este texto aporta una contribución a esa tarea. En todo caso, como lo hemos visto, el pensamiento crítico tendrá un papel central en ella.

Referencias

- Aristóteles (1985). *Ética nicomaquea. Ética Eudemia*. Trad. Julio Pallí. Gredos.
- Baier, A. (2004). *Feelings that matter*. En R. Solomon (Ed.), *Thinking about feeling: Contemporary philosophers on emotions* (pp. 200-213). Oxford University Press.

- Barrett, L. F. (2006). Valence is a basic building block of emotional life. *Journal of Research in Personality*, 40 (1), 35-55. <https://doi.org/10.1016/j.jrp.2005.08.006>
- Cavell, S. (2002). *Must We Mean What We Say?* Cambridge University Press.
- Cavell, S. (2008). *El cine, ¿puede hacernos mejores?* Katz.
- Dewey, J. (1934/2008). El arte como experiencia. Paidós
- Dewey, J. (1938/1995). *Experience and education*. Touchstone.
- Diamond, C. (1988). Losing your concepts. *Ethics*, 98 (2), 255-277. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/292940?journalCode=et>
- Diamond, C. (1993). Martha Nussbaum and the need for novels. *Philosophical Investigations*, 16 (2), 158-162. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9205.1993.tb00456.x>
- Diamond, C. (1995). *Realism and the realistic spirit*. Chicago: MIT Press.
- Diamond, C. (2003). The difficulty of reality and the difficulty of philosophy. *Partial Answers: Journal of Literature and the History of Ideas*, 1 (2), 1-26. <https://muse.jhu.edu/article/244527>
- Elgin, C. (2008). *Emotion and understanding*. In G. Brun & U. Doğuoğlu (Eds.), *Epistemology and Emotions* (pp. 33-49). Routledge.
- Ennis, R. (1996). *Critical thinking*. Prentice Hall.
- Ekman, (1999). *Basic emotions*. En T. h Dalglish y M. Power (eds.), *Handbook of Cognition and Emotion* (pp. 45-57). John Wiley & Sons.
- Ekman, P. & Cordaro, D. (2011). What is meant by calling emotions basic? *Emotion Review*, 3 (4), 364-370. <https://doi.org/10.1177/1754073911410740>
- Facione, P. (2020). Critical thinking. What it is and how it counts [Archivo pdf]. <https://www.insightassessment.com/wp-content/uploads/ia/pdf/whatwhy.pdf>
- Frijda, N. (2006). *The Laws of Emotion*. Taylor and Francis.
- Giustina, A. (2022). Introspective knowledge by acquaintance. *Synthese*, 200 (2), Art. 128. <https://doi.org/10.1007/s11229-022-03578-1>
- Goldie, P. (2000). *The Emotions. A philosophical exploration*. Oxford: Oxford University Press.
- Goldie, P. (2007). Seeing what is the kind thing to do: Perception and emotion in morality. *Dialectica*, 61 (3), 347-361. <http://doi.org/10.1111/j.1746-8361.2007.01107.x>

- Halpern, D. & Dunn, D. (2022). *Thought and Knowledge. An introduction to critical thinking* (6a ed.). Routledge.
- Hitchcock, D. (2022). *Critical Thinking*. En E. N. Zalta & U. Nodelman (eds.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. <https://plato.stanford.edu/archives/win2022/entries/critical-thinking/>
- Hoffman, M. (2014). *Empathy, justice, and social change*. En Heide L. Maibom (ed.), *Empathy and Morality* (pp.71-96). Oxford University Press.
- James, 1890/1989). *Principios de psicología*. Trad. Agustín Bárcena. Fondo de Cultura Económica.
- Lai, E. (2011). *Critical Thinking: A literature review*. Pearson. [Archivo pdf] <http://images.pearsonassessments.com/images/tmrs/CriticalThinkingReviewFINAL.pdf>
- Modzelewski, E y Nussbaum, M. (2014). Autorreflexión y educación de las emociones para la democracia. *Areté. Revista de Filosofía*, 26 (2), 315-333. <https://doi.org/10.18800/arete.201402.007>
- Moi, T. (2011). The adventure of reading: Literature and philosophy, Cavell and Beauvoir. *Literature and Theology*, 25 (1), 125-140. <https://doi.org/10.1093/litthe/frr014>
- Müller, J. (2019). *The World-directedness of Emotional Feeling: On affect and intentionality*. Palgrave Macmillan.
- Norris, S. & Ennis, R. (1989). *Evaluating critical thinking*. Pacific Grove: Midwest Publications.
- Nussbaum, M. (2001). *Upheavals of Thought. The intelligence of emotions*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Nussbaum, M. (2004). *Emotions as judgments of value and importance*. En R. Solomon (Ed.), *Thinking about Feeling: Contemporary philosophers on emotions* (pp. 183-199). Nueva York: Oxford University Press.
- Paul, R. (1992/s. f.) *Critical Thinking: Basic Questions & Answers*. https://www.criticalthinking.org/template.php?pages_id=409 [21/02/2023]
- Phelan, A. (2001). The death of a child and the birth of practical wisdom. *Studies in Philosophy and Education*, 20, 41-55. <https://doi.org/10.1023/A:1005295011215>
- Price, C. (2015). *Emotion*. Polity Press.
- Roberts, R. (2013). *Emotions in the Moral Life*. Cambridge University Press
- Robinson, J. (2005). *Deeper than reason. Emotion and its role in literature, music, and art*. Oxford University Press.

- Rozin, P., Millman, L., & Nemeroff, C. (1986). Operation of the laws of sympathetic magic in disgust and other domains. *Journal of Personality and Social Psychology*, 50 (4), 703-712. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.50.4.703>
- Russell, B. (1910). Knowledge by acquaintance and knowledge by description. *Proceedings of the Aristotelian Society*, 11, 108-28. <https://www.jstor.org/stable/4543805>
- Scarantino, A. (2014). *The motivational theory of emotions*. En J. D'Arms & D. Jacobson (eds.), *Moral Psychology and Human Agency* (pp. 156-185). Oxford University Press.
- Scheffler, I. (1991). *In Praise of the Cognitive Emotions and Other Essays in the Philosophy of Education*. Routledge.
- Siegel, H. (1988). *Educating Reason: Rationality, critical thinking, and education*. Routledge.
- Solomon, R. (2004). *Emotions, thoughts, and feelings: Emotions as engagements with the world*. En R. Solomon (Ed.), *Thinking about Feeling: Contemporary philosophers on emotions* (pp. 76-88). Nueva York: Oxford University Press.
- Solomon, R. (2007). *True to Our Feelings: What our emotions are really telling us*. Oxford University Press.
- Tangney, J. & Dearing, R. (2002). *Shame and Guilt*. Guilford Press.
- Tangney, J., Stuewig, J. & Mashek, D. (2007). Moral emotions and moral behavior. *Annual Review of Psychology*, 58, 345-372. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.56.091103.070145>
- Tappolet, C. (2016). *Emotions, Values and Agency*. Oxford University Press.
- Wittgenstein, L. (1929/1965). *Conferencia sobre ética* [Archivo pdf]. Trad. S. Olábarri. The Wittgenstein Project. https://www.wittgensteinproject.org/w/index.php?title=Conferencia_sobre_%C3%89tica&mobileaction=toggle_view_desktop

Pensamiento crítico, argumentación y razonamiento clínico en la salud

*Critical thinking, argumentation
and clinical reasoning in the health*

María Eugenia Vélez Arias

<https://orcid.org/0000-0002-7681-679X>

Leonel Gullosa Pedrozo

<https://orcid.org/0000-0002-5809-173X>

3

Unidad Central del Valle del Cauca - UCEVA

Autor para correspondencia: María Eugenia Vélez Arias,

E-mail: mvelez@uceva.edu.co

Resumen

Los profesionales deben ser expertos desde su conocimiento y habilidades en el campo disciplinar específico y poseer competencias en pensamiento crítico y argumentación para potenciar su impacto social. Varios estudios muestran que en los estudiantes de pregrado estas competencias son insuficientes lo que, si no se interviene en la Escuela, puede limitar el desempeño profesional. Este capítulo reflexiona sobre el pensamiento crítico y la argumentación y su relación con el razonamiento clínico en estudiantes de medicina y enfermería.

El pensamiento crítico es fundamental en enfermería y medicina para la toma de medidas. Este se define como un proceso reflexivo y creativo que mejora la calidad del pensamiento y se aplica en el Razonamiento Clínico necesario para tomar decisiones relacionadas con el diagnóstico, tratamiento y pronóstico del paciente, el cual debe ser desarrollado a través de la práctica acumulada y la guía de expertos. La argumentación en ciencias de la salud sigue el modelo descrito por Toulmin (2007), que se compone de afirmaciones, datos, garantías, calificativos y refutaciones. Su aplicación facilita la comunicación científica y la calidad de las resoluciones clínicas en beneficio de los pacientes.

EL razonamiento clínico y la argumentación deben posicionarse como competencias profesionales básicas, lo cual puede ser logrado mediante estrategias que ejerciten el análisis de problemas, la evolución de opciones, dictámenes, valoración crítica de información científica. Es importante que estas competencias se enseñen, y fortalezcan desde etapas tempranas del proceso de formación.

Palabras clave: argumentación, pensamiento crítico, razonamiento clínico

Abstract

Professionals must not only be experts with knowledge and skills in their specific disciplinary field, but also possess competencies in critical thinking and argumentation to enhance their social impact.

Several studies have shown that these competencies are often insufficient in undergraduate students, which, if not addressed in school, can limit their professional performance. This chapter reflects on critical thinking and argumentation and their relationship with clinical reasoning among medical and nursing students.

Critical thinking is essential in nursing and medicine for decision-making. It is defined as a reflective and creative process that improves the quality of thinking. This enhanced thinking is then applied in the clinical reasoning necessary for making decisions related to patient diagnosis, treatment, and prognosis. It must be developed through accumulated practice and expert guidance. Argumentation in the health sciences follows the model described by Toulmin (2007), consisting of claims, data, warrants, qualifiers, and rebuttals. Its application facilitates scientific communication and the quality of clinical decisions for the benefit of patients.

Clinical reasoning and argumentation should be viewed as fundamental professional competencies. These can be developed through strategies that involve problem analysis, evaluation of options, decision-making, and critical assessment of scientific information. It is important to instill and strengthen these competencies from the early stages of the educational process.

Keywords: argumentation, critical thinking, clinical reasoning

Introducción

Una profesión es un campo de conocimiento y habilidades propias que son ejercidas por un idóneo formado para ello, mediante un proceso académico universitario. Los profesionales, es decir, quienes han logrado el título en una determinada profesión legalmente reconocida, tienen la función y responsabilidad de analizar y transformar la sociedad, de acuerdo con las demandas y problemáticas relacionadas con su campo. En contraprestación, el profesional recibe una protección legal del ejercicio de su labor experta y reconocimiento social; de esta manera entre los profesionales y la sociedad se establece un contrato social implícito que exige a este una serie de comportamientos explícitos que den cuenta de

compromiso, entre los cuales se encuentran la capacidad técnica, es decir el poseer conocimiento experto y habilidad para aplicarlo en situaciones prácticas, que les permita solucionar problemas que la sociedad demanda (Cejás et al., 2017).

Sumado al conocimiento experto de base científica, los profesionales deben poseer destrezas comunicacionales que les permita analizar situaciones de la práctica y participar en procesos académico/prácticos, discusiones, debates, controversias, donde es necesario el uso de conceptos y marcos teóricos para plantear hipótesis científicas o explicar fenómenos de la realidad contexto en el cual es necesario poseer capacidades de juicio crítico y argumentación para lograr comunicar un mensaje, sentar una posición o defenderla, estructurar un discurso, refutar (Lenburg et al., 2009). Sin embargo, algunos informes muestran que entre los estudiantes colombianos existen deficiencias en estas competencias (OCDE, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. 2018). (PISA-OCDE 2018), situación que parece ser un problema general de la educación mundial (Nussbaum, 2010).

Los profesionales del campo de la salud, especialmente de medicina y enfermería, que son responsables de realizar la atención de las personas cuando presentan alteración de su estado de salud, para establecer diagnóstico, plan terapéutico y de cuidado, es decir, aplicar el método clínico, permanentemente deben reflexionar, analizar y tomar decisiones ajustadas a la ciencia, lo que les exige alto nivel de pensamiento crítico (Díaz et al., 2011).

Desafortunadamente, la formación clínica del médico y la enfermera parece centrarse en el enfoque memorístico para el desarrollo de habilidades motrices y el aprendizaje de modelos de razonamiento para encuadrar el malestar o la situación del paciente en un marco diagnóstico. Por tanto, se desdeña la enseñanza y el aprendizaje del razonamiento crítico y los modelos argumentativos que estarían involucrados en el acto clínico (Nordheim et al., 2016; García & Ruiz, 2021). Esta tendencia ha llevado a una deficiencia en el desarrollo de estas competencias en los estudiantes, quienes, según algunos estudios, se encuentran en un nivel básico de desarrollo. Sin embargo, algunos estudios han demostrado que cuando se promueve el pensamiento y se ejercita la argumentación, con estrategias como el aprendizaje basado en problemas, los estudiantes logran generar

argumentos sólidos durante las discusiones en pequeños grupos (Bezanilla et al., 2018).

En el presente capítulo se propone reflexionar sobre el concepto pensamiento crítico, su relación con el razonamiento/juicio clínico y la argumentación, además de analizar el impacto que la deficiencia de estas habilidades tiene en el desempeño de los profesionales de medicina y enfermería.

3.1. Pensamiento crítico, razonamiento clínico y argumentación

La desafiante realidad del ejercicio profesional de médicos y enfermeras exige una adecuada formación en pensamiento crítico, razonamiento clínico y argumentación, las cuales son necesarias para desempeñarse de manera efectiva y competente. En este capítulo, nos proponemos hacer precisiones conceptuales acerca de estos términos y propiciar reflexiones acerca de su impacto práctico y relevancia para el profesional, más allá lo esencial que estas habilidades resultan para la toma de decisiones clínicas.

3.1.1. Pensamiento crítico

El concepto de pensamiento crítico ha estado en constante construcción en los últimos 40 años y puede ser abordado desde las perspectivas filosófica, psicológica y educativa. Es un modo de pensar razonado y reflexivo, sobre cualquier tema, contenido o problema, que involucra cognición y afecto, en el cual se mejora la calidad del pensamiento inicial (Fierro et al., 2019). Se centra en las resoluciones sobre qué creer y/o hacer, es un proceso creativo, hábil y disciplinado de conceptualización, síntesis y/o evaluación de averiguación recogida de, o generada por, la experiencia, la reflexión, el razonamiento o la comunicación, como guía para la comprensión y la acción, donde este se adquiere progresivamente y se desarrolla continuamente (Campos, 2007). Pensar críticamente implica realizar un juicio intencional y autorregulador de interpretación, análisis, evaluación, inferencia y explicación. Un pensador crítico debe tener además una mentalidad abierta,

flexible, imparcial en la evaluación o diligente en la búsqueda de información (Vendrell y Rodríguez, 2020).

En ciencias de la salud se ha desarrollado, a lo largo de los últimos 70 años, una forma particular y parcial de aplicar el pensamiento crítico, la valoración crítica, fundamento de la medicina basada en evidencia. Esta obliga al profesional a actuar como evaluador de informes de investigación utilizando herramientas estandarizadas de análisis y toma de decisiones, que le sirven de guía. Esta competencia, que hoy se considera básica en Medicina y Enfermería depende, en gran parte, de la capacidad de lectura crítica, disposición para valorar, confrontar y asumir una postura clínica, con base en la lectura y la calidad de la misma, en la cual el lector debe establecer un debate constante con los planteamientos del autor, descubrir los supuestos implícitos, la idea articuladora y establecer los puntos fuertes y débiles de los argumentos del (Cobos, 2016).

3.1.2. Habilidades de pensamiento crítico

El pensamiento crítico se desarrolla mediante una serie de procesos que son principalmente análisis, que consiste en identificar y comprender los componentes clave de una situación o problema, así como las relaciones entre ellos; evaluación que es la capacidad de valorar de manera objetiva la calidad y la validez de la comunicación y los argumentos presentados, y de identificar las fortalezas y debilidades de cada uno; interpretación, que implica comprender y explicar los datos de manera clara y coherente, y de hacer conexiones significativas entre diferentes fuentes de divulgación; inferencias, que es la cualidad de llegar a conclusiones lógicas y bien fundamentadas a partir de la notificación disponible, incluso cuando hay reporte faltante; comunicación, que es el talento de presentar ideas y argumentos de manera clara y efectiva, tanto de forma oral como escrita; creatividad que es la habilidad de desarrollar ideas y soluciones innovadoras y efectivas, y de pensar fuera de lo convencional y la metacognición, que es la aptitud de reflexionar sobre el propio pensamiento y proceso de toma de decisiones, y de identificar y corregir sesgos y errores en el razonamiento.

Tabla 1.

Resumen de conceptos claves, habilidades asociadas y actitudes relacionadas

Concepto	Categoría	Definición
<i>Análisis</i>	Concepto clave	Examinar información de forma detallada para identificar elementos clave y sus relaciones.
<i>Evaluación</i>	Concepto clave	Juzgar el valor, la calidad o la importancia de la información basándose en criterios establecidos.
<i>Síntesis</i>	Concepto clave	Combinar elementos o ideas previamente analizadas para formar un todo coherente y estructurado.
<i>Toma de decisiones</i>	Concepto clave	Elegir una opción entre varias alternativas basándose en la información y el razonamiento.
<i>Resolución de problemas</i>	Concepto clave	Abordar situaciones difíciles y encontrar soluciones adecuadas utilizando habilidades de pensamiento crítico.
<i>Argumentación</i>	Habilidad relacionada	Presentar y defender ideas de manera lógica y estructurada.
<i>Lógica</i>	Habilidad relacionada	Razonar y alcanzar conclusiones válidas a partir de premisas dadas.
<i>Interpretación</i>	Habilidad relacionada	Comprender y explicar el significado de información textos o situaciones.
<i>Autocorrección</i>	Habilidad relacionada	Revisar y ajustar el propio pensamiento para eliminar sesgos y mejorar la calidad del razonamiento.
<i>Escepticismo</i>	Actitud asociada	Actitud de cuestionar y no aceptar afirmaciones sin pruebas suficientes.
<i>Curiosidad</i>	Actitud asociada	Deseo de aprender y conocer más acerca de un tema o situación.
<i>Humildad intelectual</i>	Actitud asociada	Reconocer los límites del propio conocimiento y estar abierto a nuevas ideas y perspectivas.
<i>Apertura mental</i>	Actitud asociada	Estar dispuesto considerar y aceptar diferentes puntos de vista y opiniones.

Nota. La tabla 1 muestra el consenso del panel de expertos, sobre la conceptualización, y la descripción de la habilidad cognitiva o mental acordada, que se presenta. Facione como se citó en Núñez et al. (2017).

Estas habilidades y competencias se pueden desarrollar y mejorar a través de la práctica y el aprendizaje, a medida que los estudiantes se exponen a diferentes ámbitos del desempeño profesional.

El quehacer de cualquier profesional implica tomar posturas, evaluar argumentos, resolver problemas, comunicarse de manera efectiva, investigar y liderar. En este sentido, la cualidad de pensamiento le debe permitir evaluar de manera rigurosa los argumentos y las evidencias, es decir, validez y calidad de la información que recibe, identificar las fortalezas y debilidades de estos, así como presentar ideas y argumentos de manera clara y efectiva, tanto de forma oral como escrita; también le debe permitir analizar problemas y encontrar para ellos soluciones creativas y efectivas. Otras capacidades del pensamiento crítico, como la investigación y el trabajo en equipo, son necesarias para entender marcos teóricos, evaluar y sintetizar los informes, así como realizar trabajo colaborativo de manera sinérgica.

Ennis (1985) plantea que la idoneidad de pensamiento depende de una serie de disposiciones y habilidades tales como apertura o estar dispuesto a considerar nuevas ideas, perspectivas y evidencia; claridad, ser capaz de formular preguntas y expresar ideas de manera clara y concisa; exactitud, buscar la verdad y evitar prejuicios y errores; relevancia, ser capaz de identificar y evaluar la importancia de la declaración en relación con un problema o pregunta específica; profundidad, estar dispuesto a examinar cuestiones en detalle y buscar explicaciones y soluciones más allá de lo aparente; significación, ser capaz de conectar ideas y conceptos a problemas y preguntas importantes; precisión, buscar claridad en el lenguaje y los argumentos, evitando generalizaciones excesivas o declaraciones vagas; consistencia, coherencia en la forma en que se aborda y evalúa un problema o pregunta; falibilidad, ser consciente de las limitaciones del propio conocimiento y estar dispuesto a considerar diferentes puntos de vista y opiniones; curiosidad, tener un interés genuino en aprender y explorar nuevas ideas y perspectivas.

Finalmente, es importante aclarar que el pensamiento crítico ayuda al desarrollo personal porque fomenta mayor tolerancia y respeto hacia diferentes perspectivas y puntos de vista, anula prejuicios; ayuda a identificar y corregir sesgos y errores en el razonamiento, y

a mejorar la capacidad de reflexionar sobre el propio pensamiento y proceso de decidir.

3.2. Razonamiento clínico

Este razonamiento, aplicado a la toma de decisiones sobre el diagnóstico y tratamiento de condiciones clínicas (enfermedad), surgió con la práctica médica de base científica en la Grecia Clásica. Es una habilidad intelectual que se sustenta en el razonamiento crítico y que desarrolla operaciones mentales cognitivas de tipo analítico y no analítico.

Según, Arana y Galbe (2015), el razonamiento clínico se presenta a los profesionales de la salud como un proceso mental que surge ante un problema. Este problema puede derivarse del análisis de la situación de un paciente, o de cualquier otra situación problemática relacionada con la salud. Este razonamiento se organiza a través de una secuencia de actividades de exploración de la condición de salud del paciente, incluyendo el examen físico, y pruebas o exámenes complementarios que permiten establecer un diagnóstico y un plan terapéutico. En síntesis, la orientación de este proceso condiciona las actuaciones del profesional tanto de manera inmediata como a posteriori.

El razonamiento clínico es, por lo tanto, una competencia básica pero, de carácter superior que debe estar desarrollada en todos los profesionales de la salud, incluyendo médicos y enfermeros. Representa la fase racional del método clínico, a través de la cual el profesional formula una o varias hipótesis y las somete a prueba para la confirmación del diagnóstico. Como forma de pensamiento asociada al método clínico, el razonamiento clínico se compone de un conjunto de habilidades intelectuales que se integran en un proceso definido como dual, debido a la presencia simultánea de elementos analíticos y no analíticos.

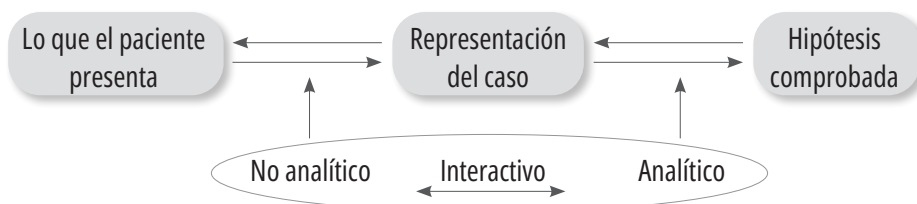
El razonamiento analítico realiza un examen cuidadoso de la relación entre los síntomas y signos y los diagnósticos, actuando como el indicador del conocimiento clínico. Este modelo, que tienen un enfoque hipotético-deductivo, implica observación, obtención de información y exploración física, generación de hipótesis, correla-

ción de los datos obtenidos con la hipótesis planteada, y confirmación o refutación de la hipótesis a través de pruebas diagnósticas (Higgs & Ajjaw, 2012).

El tipo no analítico se basa en el reconocimiento de patrones acumulados a través de la experiencia (memoria clínica), un proceso complejo, intuitivo, tácito y experiencial de asociación rápida a partir de los aspectos más visibles del problema clínico estudiado, que se dispara automáticamente, como un sistema reflejo para producir una respuesta intuitiva, que se genera sin esfuerzo y está por debajo del umbral de la percepción consciente. Opera sobre el principio del reconocimiento de la configuración típica de signos o de las similitudes con situaciones similares aprendidas, mediante el uso de estructuras cognitivas abstractas que forman esquemas o guiones que provienen de experiencias repetidas.

El modelo no analítico se apoya en la experiencia de los clínicos, quienes rápidamente y sin un análisis detenido establecen el diagnóstico. Gracias a un proceso de reconocimiento de patrones en el que se utilizan experiencias pasadas para establecer un juicio fundamentado en una probabilidad de que el problema clínico presente sea similar a otro caso visto con anterioridad. Este es un procedimiento complejo que implica integrar ciencia y arte con procesos mentales de razonamiento, reflexión y argumentación (Tudela et al., 2017).

Desde el enfoque didáctico, Pozo (2006) afirma, que se deben retomar los conceptos de “experto-novato”, reconociendo que el aula práctica es un espacio dirigido por el docente-experto, quien puede modificar y adaptar variables (guía) con relación a las respuestas del estudiante-novato, buscando explorar sus habilidades de pensamiento, “la pericia es un efecto de la práctica acumulada, esto es, un efecto del aprendizaje, desdeñándose, por tanto, los factores innatos y las posibles diferencias individuales” (Pozo, 2006, p.225).

Figura 1.*Modelo combinado de razonamiento clínico*

Fuente: López Jordi y Gómez (2020). Disponible en: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/28279>

Nota: La figura 1 ilustra los componentes del modelo de Razonamiento Clínico combinado, propuesto desde la perspectiva didáctica, donde se integran tanto el método analítico como el no analítico.

3.3. Argumentación

Autores como Kuhn (2016) destacan la argumentación en la práctica científica, donde la construcción de argumentos da soporte a la evidencia y lograr afirmaciones concretas, por tanto, en algunas investigaciones de este orden, utilizan el patrón de argumentación Toulmin (Rodríguez, 2004) y existen modelos que ayudan a organizar los argumentos como lo es un modelo que integra, la evidencia, el juicio y la alfabetización científica (Got & Ros, 2008). Los cuales muestran la evidencia al inicio de la recolección de pruebas y describir la organización del problema, en el contexto del discurso a partir del modelo de Toulmin donde se realizan la construcción de los argumentos y la última parte del modelo en la alfabetización científico muestran varios momentos, y finalmente darle la solución a la problemática.

De igual importancia, para autores como Erduran et al. (2015) el papel de la argumentación en el aprendizaje de los estudiantes mediante las interacciones, se ha convertido componente central en la formación, por tanto, la relevancia de la evidencia o argumentos dentro de un discurso argumentativo es crucial. Según Kuhn (2016) afirma que, con el uso de la evidencia, es posible diseñar o probar

métodos para ayudar a los estudiantes a integrar evidencia en sus argumentos.

En otros estudios, se identificaron la construcción de los argumentos necesarios, con sus justificaciones y razones de acuerdo al modelo de Toulmin, donde se evaluó, la efectividad de la enseñanza de procesos estructurados de juicios en el desarrollo del razonamiento científico de estudiantes inscritos en un curso virtual de Biotecnología (Benavides, 2002). Donde la mayoría de estas investigaciones se desarrollaron en programas de humanidades, como Psicología, Filosofía y con una presencia mínima en las áreas de ingenierías, medicina (Guzmán y Flores, 2020). Es entonces, que la competencia argumentativa, es primordial cuando se espera que las personas fundamenten sus posturas frente a un suceso, así como defender o refutarlo; la dialéctica es un proceso que se desarrolla, mediante la interacción social, donde con una visión crítica frente a otros se crean y se fundamentan los argumentos propios.

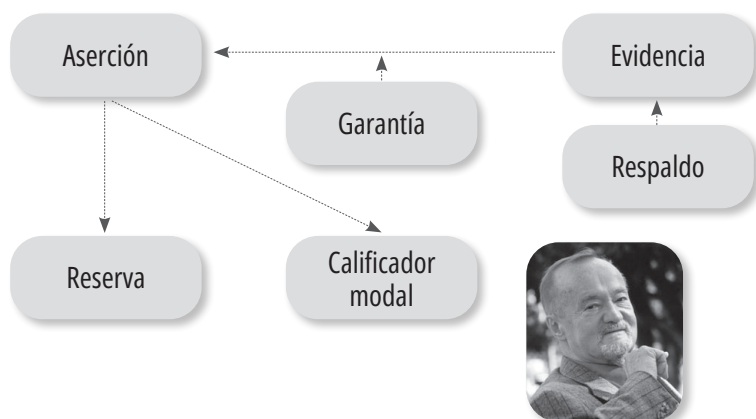
Por otra parte, la competencia argumentativa se presenta, cuando el individuo integra los conocimientos, y es capaz de evaluar, reflexionar sobre las evidencias que sustentan las afirmaciones y de esta forma construye el argumento (Kuhn et al., 2016). El modelo de Toulmin (como se citó en Rodríguez, 2004), organiza la estructura argumentativa con los siguientes componentes: afirmaciones, datos / evidencia, garantías, calificativos y refutaciones – argumentó además que la exposición podría tener características tanto genéricas como específicas de la disciplina, además reconocen que en la construcción y crítica de argumentos dentro de las disciplinas se requiere habilidades de análisis por tanto refieren que el razonamiento es la justificación de las afirmaciones con evidencias y razones (Osborne et al., 2016). Se ha convertido en un tema cada vez más crucial en la educación, el discurso en el aula, la teoría de la argumentación, la definición y evaluación de la calidad de los textos argumentativos (ver Figura 2).

Como se describió anteriormente, se muestra el modelo de Toulmin (Rodríguez, 2004), como proceso indispensable en evaluar la calidad de argumento en el proceso de aducir, se espera entonces que las investigaciones para evaluar argumentos la producción de textos tenga en cuenta el campo disciplinar específicamente en lo que

competente, especialmente en que respecta a los fundamentos o tipo de evidencia utilizada.

Figura 2,

Modelo Argumentativo Stephen Toulmin.



Fuente: Pérez Villegas et al. (2017). http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022020000100527

Nota. La figura muestra los componentes del modelo de Toulmin.
Fuente: Guía Didáctica Idioma.

Dentro del modelo de Toulmin (Rodríguez, 2004), la evidencia y las pruebas, según Macagno y Martini (2020) definen etimológicamente la evidencia “*aparencia a partir de la cual se pueden extraer inferencias*”, dentro de esta definición la dimensión lógica, la evidencia es lo que fundamenta una conclusión y se pueden realizar inferencias (Macagno & Bigi, 2020). La ciencia considera generalmente la evidencia como datos que han sido examinados por varios métodos o criterios de validación, Aikenhead (como se citó en Macagno & Bigi, 2020).

De esta forma, la evidencia está constituida por datos, que son respaldados por otra evidencia por tanto las pruebas que respaldas esa evidencia pueden clasificarse en categorías según sus condiciones de validez y fuerza probatoria, y esto depende de cómo se recogió los datos y como se relacionan con la conclusión, Feldman (como se citó en Macagno & Bigi, 2020, p.3). Por otra parte, el uso de la evidencia es tomada como un instrumento para desarrollar

el conocimiento y que ayuda a toma de decisiones, donde este presenta elementos tales como una conclusión que se tiene que probar, los datos que se utilizan para realizar las inferencias, donde a partir de estos se recopilan los más relevantes para sustentar la conclusión, dando una serie de razonamientos que une los datos con la conclusión donde se estandariza las pruebas que debe cumplir el razonamiento (Douglas, 2016).

Los componentes de la evidencia se pueden valorar dentro del modelo de argumento clásico de Toulmin (Rodríguez, 2004). En el cual la conclusión (afirmación) se distingue de “los hechos a los que apelamos como fundamento de la afirmación (datos)”; los datos y la conclusión están conectados a través de una inferencia (garantía), una justificación que muestra cómo la premisa puede apoyar la conclusión. Finalmente, Toulmin introdujo un tercer elemento crucial relevante, los “respaldos”, a saber, las “seguridades” o declaraciones de hechos que defienden y dan la aceptabilidad.

Según Kuhn (2016), para evaluar la calidad de los argumentos, puede hacerse por medio de la dialogicidad, donde se puede refutar o respaldar el argumento del otro y se hace el uso de las evidencias. El primer desarrollo y el más crucial que buscamos es un aumento en la capacidad y disposición de los estudiantes para prestar atención de manera crítica al argumento del otro. Hasta que esto suceda, no se ha producido ninguna argumentación genuina. Una vez que comienzan a escuchar lo que los oponentes tienen que decir, el segundo desafío se convierte en construir un contraargumento que debilite con éxito la fuerza del argumento del otro.

Para Kuhn (2016), el que se tenga la destreza de integrar la evidencia del argumento del uno, o el uso de esta para atacar el argumento con quien se está dialogando, lo considera un signo de mayor calidad del argumento la diferencia lo expresa en el uso de la evidencia no interpretada y la interpretación de la evidencia para apoyar o atacar una postura (Macagno & Bigi, 2020, p.2).

Un número importante de autores plantean, en la actualidad, la experiencia en la investigación científica es comprender la evidencia, y que a su vez esta se puede representar como una red conceptual de ideas, que entenderla da soporte a las decisiones tomadas; mientras se realiza una investigación se permite reflexionar sobre

el quehacer Roberts, (2017). La evidencia que es representada a través de redes, un ejemplo de esto es el modelo, “un marco para comprender los conceptos de evidencia basado” en Roberts y Gott Roberts, (2017). Muestra que la confiabilidad y la validez de los elementos o capaz donde la mejor manera de describir la evidencia, entre estos capaces están: los datos, las relaciones entre variables o datos, la comparación entre estos y las cuestiones que emergen, por eso aprender sobre la evidencia permite que los estudiantes hagan mejores preguntas sobre la investigación de otros, Roberts y Gott (2017). Por otra parte, el estudio encontró que los contextos prácticos que generan datos ‘desordenados’ resaltan problemas que pueden conducir a debates que prosperan en la solución de un problema.

De otra forma, llevar a cuestionar la evidencia de una afirmación, en una cuestión sociocientífica, es llevar a desafiar la ciencia que afecta la vida de las personas, se puede decir que entonces cada vez más los planes de estudios deben reflejar problemas del contexto mostrando la realidad. Esto implica que los problemas sociocientífico tienen un componente social y científico, que pueden llevar a los estudiantes a reflexionar y dar solución.

3.4. Pensamiento crítico y profesional de médicos y enfermeras

La formación de un médico/enfermera abarca un amplio espectro de áreas de conocimiento técnico u obligatorio lo cual incluye, siguiendo el paradigma flexneriano, ciencias básicas, clínicas, humanísticas e investigación. El ciclo de ciencias básicas comprende los primeros semestres, y el de clínicas, la segunda mitad del plan de estudios. En todas estas, se tiene la responsabilidad de fortalecer las habilidades de pensamiento crítico, sin embargo, en la práctica pedagógica, en general, estas oportunidades se desaprovechan (Sánchez, 2019). A continuación, se describen estas áreas, en relación con los componentes, objetivos y habilidades que se espera desarrollen los estudiantes, desde el enfoque de pensamiento crítico.

3.4.1. Ciencias básicas biomédicas

Se realiza predominantemente en los primeros años de la educación médica de pregrado, en esta los estudiantes adquieren conocimientos en áreas fundamentales, como anatomía, fisiología, bioquímica, biología celular y molecular, genética, inmunología, microbiología, farmacología y patología. Proporcionan conocimiento para comprender el funcionamiento normal y patológico del cuerpo humano y las bases moleculares de las enfermedades (Aneiros y Vicedo, 2001).

Las ciencias básicas biomédicas proporcionan la base fundamental para la comprensión de los conceptos sobre los cuales se construye el conocimiento médico. Desde el enfoque de pensamiento crítico para desarrollar este componente se debe propiciar el análisis y la evaluación de información, identificación de problemas, formular preguntas relevantes, elaborar conclusiones argumentadas y basadas en la evidencia, en el contexto de la aplicación clínica, es decir, el uso de este conocimiento en la resolución de problemas relacionados con la salud, en situaciones reales o hipotéticas.

3.4.2. Ciencias clínicas

De manera tradicional, este ciclo se desarrolla en la segunda mitad del proceso formativo. Se enfocan en el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades en pacientes, abarcando áreas como medicina interna, cirugía, pediatría, obstetricia y ginecología, y psiquiatría, entre otras (Lifshitz, 2012). En esta se adquieren habilidades en la aplicación del método clínico (anamnesis, examen físico, razonamiento clínico, diagnóstico, manejo y tratamiento). En el aprendizaje de las ciencias clínicas se esquematiza la comprensión del proceso salud enfermedad, para lo cual es fundamental la aplicación de conocimientos de ciencias básicas biomédicas y se desarrollan habilidades motrices para realizar procedimientos médicos y quirúrgicos. Además de habilidades para el trabajo en equipo y comunicación con pacientes y colegas.

Bajo el enfoque de pensamiento crítico se debe propiciar el análisis de casos clínicos, establecer patrones, formular hipótesis y diseñar estrategias de manejo adecuadas, propiciar habilidades de comunicación efectivas, de escuchar activamente a los pacientes, preguntar

de manera coherente y brindar información clara y precisa. Además, promover el trabajo colaborativo y la reflexión sobre el propio conocimiento/desempeño, y la necesidad de aprendizaje continuo (Sánchez, 2019).

3.4.3. Humanísticas

Se debe enfocar en la ética médica, responsabilidad profesional, empatía y relación médico-paciente, para que los futuros médicos aprendan a abordar aspectos emocionales, psicológicos y sociales en la atención médica y a considerar el impacto de la medicina en la sociedad. En general, ayudan a que los profesionales brinden una atención más compasiva, ética y centrada en el paciente.

Con un enfoque de pensamiento crítico, se podría promover el desarrollo de habilidades para identificar y analizar dilemas éticos y tomar decisiones coherentes, orientadas al bienestar del paciente y basadas en la evidencia. De igual manera, es fundamental que desde las ciencias humanísticas se fortalezca la empatía y comprensión de las experiencias y perspectivas de los pacientes, y el desarrollo de las habilidades de escucha activa, comunicación clara y precisa, empática y culturalmente sensible, comprensión del contexto social y cultural en el que se brinda la atención médica, y las implicaciones que tienen las desigualdades en los determinantes sociales de la salud (Cardozo, 2020).

3.4.4. La investigación

Este componente brinda elementos para diseñar y realizar estudios científicos, analizar datos y comunicar sus hallazgos. La formación en investigación permite a los médicos mantenerse actualizados con los avances científicos, aplicar la medicina basada en evidencia y, en algunos casos, contribuir al desarrollo de nuevos conocimientos y tratamientos en su campo.

3.5. Método clínico en medicina

El método clínico es una aplicación del método científico. Parte de una observación (la problemática o padecimiento del paciente), sigue con una o varias explicaciones del problema y sus posibles

causas, continúa con la comprobación o contrastación de las hipótesis (exploración física y pruebas de laboratorio e imágenes), para finalmente llegar a las conclusiones (confirmación diagnóstica), según Hernández (2010).

Sin embargo, el acto médico es mucho más complejo que la aplicación de un paso a paso, porque en él se involucran elementos que son esenciales, tales como la relación médico-paciente (RMP), interrogatorio (I), y examen físico (EF), y la elaboración de la historia clínica, en la que se integra, de manera escrita, todo el proceso científico-técnico. Cada uno de estos procedimientos demanda suficiencia para analizar, abstraer, resumir, evidenciar, es decir juicio clínico y capacidad resolutive.

3.5.1 Pensamiento crítico y proceso médico clínico

El pensamiento crítico es fundamental para el proceso clínico en el cual los profesionales de la salud deben evaluar, diagnosticar y tratar a los pacientes utilizando el método clínico. Este es un proceso “estándar” que se desarrolla de manera sistemática, en etapas secuenciales, y cuya efectividad va a depender de la capacidad del médico o del enfermero para pensar críticamente y de integrar todos los reportes disponibles, tanto clínica como social y epidemiológica, para estructurar una propuesta diagnóstica coherente y un plan de tratamiento adecuado (Guillén et al., 2021).

El paso a paso del proceso clínico, mencionado en el párrafo anterior, debe ser consignado de manera detallada en un documento científico, legal y administrativo denominado la historia clínica y se realiza, en el caso de los médicos, de la siguiente manera: el primer paso es la anamnesis o interrogatorio en el cual se solicita información sobre síntomas principales y evolución de éstos; antecedentes médicos personales y familiares, información con la cual el médico debe establecer las primeras propuestas diagnósticas. Posteriormente, se realiza la evaluación física, que debe ser completa, minuciosa, técnica y sistemática, en la cual se debe explorar el cuerpo, enfatizando en los órganos y partes que, de acuerdo con la anamnesis, pueden estar comprometidos en el padecimiento que se estudia.

Al completar el examen físico el médico debe integrar la indagación de éste con la obtenida en la anamnesis, para proceder a establecer un diagnóstico presuntivo principal y uno o varios alternativos, que serán la base para el manejo médico inicial y las pruebas complementarias de laboratorio y/o imagen. El resultado de las pruebas complementarias más la evolución clínica del paciente, con o sin tratamiento, serán los elementos objetivos para confirmar o descartar la propuesta diagnóstica inicial y si con estas, aún quedan dudas razonables sobre la causa del padecimiento, el ciclo vuelve a empezar con nuevos interrogatorios, revaloraciones físicas y nuevas pruebas de laboratorio con lo cual se logra generalmente, reducir la incertidumbre propia del enfoque disciplinar.

En el proceso descrito anteriormente, el pensamiento crítico es una herramienta básica y fundamental para identificar los problemas que tiene el paciente, poder generar el listado de los posibles diagnósticos que están soportados en la evaluación realizada (diagnóstico diferencial) y, con base en los mismos, priorizar las pruebas diagnósticas que se practicarán, así como las intervenciones a las que se someterá el paciente, en función de la urgencia y/o gravedad que se establezca, lo cual puede incluir medicamentos, terapias físicas, psicología, cirugía, tratamientos alternativos.

Como se mencionó en párrafos anteriores, el método clínico es un proceso iterativo en el sentido de que, si la información obtenida en la primera evaluación del paciente no conduce a un diagnóstico satisfactorio (definitivo), el proceso de evaluación se repite, realizando nuevas preguntas, exploraciones y pruebas complementarias hasta alcanzar un diagnóstico ajustado o preciso (Aparecida da Silva & Lopes, 2010).

Ejemplo:

Un paciente residente en Colombia acude al médico con síntomas de fiebre y dolor corporal, en especial en las articulaciones, cuadro clínico de dos días de evolución. Siguiendo el método clínico, el médico realiza la anamnesis y la evaluación física y establece un diagnóstico presuntivo de infección viral, que puede deberse a dengue sin síntomas de alarma, pero también a otras infecciones virales o artritis reumatoide. Aplicando el método clínico, el médico inicia el manejo con acetaminofén y líquidos orales y solicita

pruebas de laboratorio. Los resultados de las pruebas iniciales son negativos para dengue e infección viral y no permiten confirmar artritis reumatoide y la evolución clínica del paciente no muestra mejoría con el tratamiento inicial.

En este punto, el médico reinicia el proceso iterativo del método clínico, es decir, realiza un nuevo interrogatorio y examen físico, buscando signos o síntomas adicionales que puedan orientar hacia otro diagnóstico. Además, solicita pruebas complementarias adicionales en función de las nuevas hipótesis diagnósticas. En este proceso, el médico identifica exantema maculopapular en la piel del paciente que no estaba presente en la primera consulta, además ahora manifiesta dolor abdominal y tiene signos de deshidratación. Esta nueva nota sugiere que el paciente sí podría tener dengue, en estadio de síntomas de alarma, y que la prueba inicial se trató de un resultado falso negativo.

En consecuencia, el médico solicita nueva prueba de laboratorio para identificar dengue, además de cuadro hemático y pruebas de función hepática. Mientras se esperan los resultados de las pruebas, el médico hospitaliza al paciente y lo hidrata con líquidos endovenosos, teniendo en cuenta las complicaciones actuales y las que se pueden adicionar. Una vez que se obtienen los resultados de las pruebas serológicas, se confirma la ocurrencia de dengue, lo que permite al médico establecer un diagnóstico definitivo. El paciente continúa hospitalizado con hidratación y monitoreo clínico y de laboratorio. En los días subsiguientes muestra mejoría en su condición y es dado de alta.

Este ejemplo demuestra cómo el método clínico iterativo demanda del médico el uso del pensamiento crítico para ajustar su enfoque diagnóstico y terapéutico a medida que se obtiene nueva notificación, sobre el paciente, repetir, si es necesario, los pasos del proceso y adaptarse a los nuevos datos, para mejorar la precisión en la evaluación y el tratamiento; Si el paciente no hubiera mejorado como se esperaba, el médico podría considerar la posibilidad de una coinfección, o la presencia de una complicación. En tal caso, dado el enfoque iterativo del método clínico, realizaría una nueva anamnesis y examen físico, solicitaría pruebas adicionales, para investigar otras posibles causas de la falta de mejoría del paciente. Del mismo modo, si se identificara una nueva causa o complica-

ción, el médico ajustaría el plan de tratamiento en consecuencia, incorporando terapias adicionales o cambiando el manejo según sea necesario.

Este enfoque iterativo del método clínico, que se ha descrito, asegura que tanto médicos (as) como enfermeras (os) tengan como fundamento profesional-disciplinar, la disposición de monitorear al paciente para monitorear cambios en la o las condiciones inicialmente identificadas en el mismo, a lo largo de todo el proceso de diagnóstico, tratamiento y recuperación. Al mantenerse receptivos a la producción de nueva información y ajustar sus enfoques según sea necesario, ellos pueden brindar una atención médica más efectiva y personalizada, lo cual redundará en una atención médica de mayor calidad y efectividad.

La falta de pensamiento crítico en el profesional médico o de enfermería puede afectar el juicio clínico de varias maneras. Por ejemplo, la falta de análisis riguroso de los datos, puede llevar a una evaluación superficial de la información clínica disponible y limitar la capacidad de llegar a un diagnóstico preciso; la falta de evaluación crítica de la evidencia, puede llevar a una aceptación acrítica de la evidencia disponible, y limitar la capacidad de identificar y evaluar la calidad y validez de la misma; la falta de consideración de diferentes perspectivas y puntos de vista, puede limitar la toma de decisiones clínicas efectivas.

Adicional a todo lo antes expuesto, existe un elemento de la práctica médica actual que confirma la importancia del pensamiento crítico como elemento formativo de médicos y enfermeras, la Medicina Basada en la Evidencia (MBE), la cual se define como la toma de decisiones con base en la mejor evidencia clínica disponible. Este enfoque demanda la aplicación del pensamiento crítico desde un enfoque sistemático y riguroso que implica el uso adecuado de la evidencia Clínica, datos científicos que provienen de estudios clínicos, revisiones sistemáticas, guías de práctica clínica, informes de casos y de otros tipos relacionados con la salud, con las cuales se deben respaldar las determinaciones que se toman sobre diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades y lesiones (Vega et al., 2009).

Queda en evidencia entonces que el pensamiento crítico, pensamiento clínico y evidencia clínica, son procesos estrechamente relacionados y complementarios entre sí, en el ejercicio de la práctica clínica y que las limitaciones en estas habilidades afecta la toma de decisiones, la posibilidad de solucionar problemas del paciente de manera precisa o pertinente, y conduce inevitablemente a aceptación acrítica de difusión y de perspectivas teóricas además, de implicar limitaciones para comprender y apreciar diferentes perspectivas y puntos de vista, dificultades de comunicación, persuasión y debilidad discursiva; en suma poca efectividad y falta de desarrollo personal y profesional. (Villaroel et al., 2014).

3.6. Proceso enfermero, fundamento en el razonamiento clínico

Según Alfaro (2021), el pensamiento crítico es un término que se utiliza para definir el razonamiento que se desarrolla fuera y dentro de los ambientes clínicos; términos como el razonamiento clínico y la toma de decisiones, que pueden llevarse a cabo en un contexto clínico, en comunidad, con la familia; son términos que se refieren a un proceso juicioso de reflexión sobre un problema específico a tratar. En esto los profesionales de enfermería tienden a utilizar su pensamiento crítico, como consecuencia de lo anterior, se puede decir según Alfaro (2021) que el juicio clínico corresponde al resultado del razonamiento clínico, pensamiento crítico y la toma de decisiones en contexto.

El diagnóstico de enfermería es el juicio clínico que el profesional de enfermería hace sobre los problemas de salud que puede resolver dentro de su ámbito de competencia. Este juicio clínico se basa en un proceso de razonamiento lógico, que le da solvencia y credibilidad al diagnóstico. Por lo tanto, se puede afirmar que el razonamiento lógico es el mismo que el razonamiento clínico. Según Alfaro (2021), para hacer un juicio clínico mediante un diagnóstico, el razonamiento clínico se aplica en el proceso de valoración, orientado a identificar los diagnósticos en el campo de actuación. Este proceso se puede llevar a cabo desde dos enfoques metodológicos de los modelos fundamentales de razonamiento clínico: el modelo analítico y el no analítico. Estos modelos permiten establecer dos

formas de hacer diagnósticos de enfermería bien fundamentados (Arribas, 2019).

Figura 3.

Razonamiento clínico.



Nota. La figura muestra cómo es la ruta del Razonamiento clínico enfermero desde los modelos analíticos y no analíticos. Fuente: (Arribas, 2019).

El razonamiento clínico enfermero visto con la óptica del modelo de Razonamiento clínico analítico, busca definir los diagnósticos a partir del análisis de la información del caso, este proceso de razonamiento clínico se fundamenta en el método analítico hipotético-deductivo. El proceso enfermero permite entonces promover el razonamiento seguro y eficaz a través de las cinco etapas que son un ciclo continuo, valoración, diagnóstico, planificar, ejecución y evaluación (Alfaro, 2021). Por otro lado, según, el libro de fundamentos de enfermería, el proceso de enfermería es un proceso de pensamiento crítico en cinco pasos que utilizan los profesionales de enfermería para aplicar las mejores evidencias disponibles a sus cuidados y promover las funciones humanas y las respuestas a la salud y la enfermedad. (ELSEVIER, 2019, p.1)

Figura 4.*Proceso de atención de enfermería*

Nota. La figura muestra las cinco fases del Proceso enfermero, ubicando cuatro dimensiones importantes como lo son Conocimiento, estándares, experiencia y las actitudes. Fuente: ELSEVIER (2019).

El razonamiento clínico analítico tiene una fase en la que se definen los diagnósticos de enfermería que corresponden a la situación clínica que se está tratando. Esto implica el planteamiento de las hipótesis diagnósticas de esa situación. Esta fase se realiza después de la valoración general.

Según el estudio *Papel de Enfermería en el Juicio Clínico: La Valoración y el Diagnóstico*; en la elaboración del Juicio clínico, (valoración y diagnóstico que son las dos primeras etapas del Proceso enfermero) se produce una diferencia entre diagnóstico enfermero del médico, el diagnóstico médico se centra en determinar la patología, ayudado por el examen físico completo y exámenes complementarios. La enfermera en su competencia en la realización de su diagnóstico este está enfocado a las respuestas humanas y a las necesidades propias del entorno del paciente. En este caso la enfermera elabora el diagnóstico a partir de la valoración Permitiendo formular una hipótesis para la intervención tanto de manera Autónoma (Rubio, 2014).

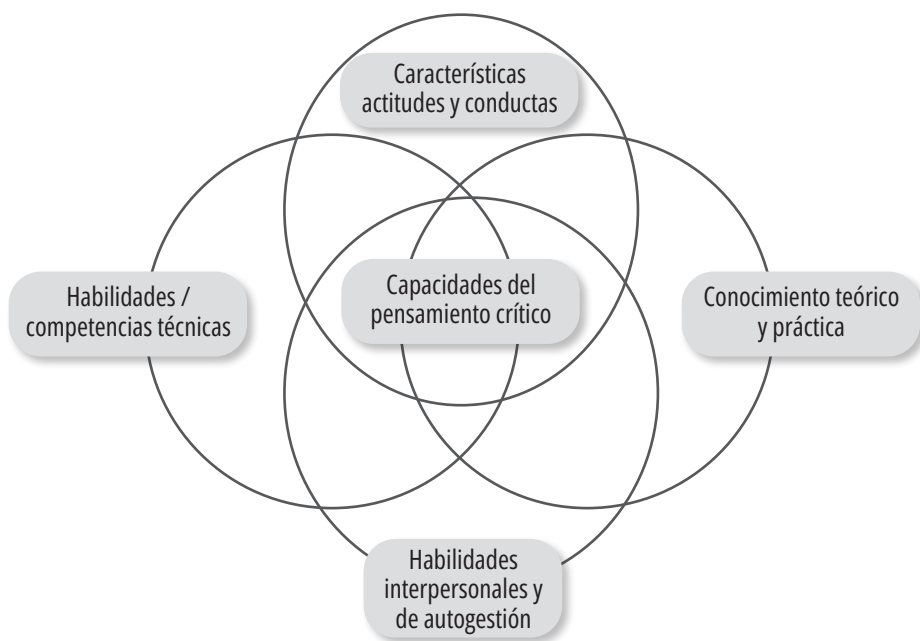
El estudio de los datos que proporcionan las variables del cuidado en la valoración general, permite identificar los diagnósticos de enfermería que pueden ser los responsables de la situación evaluada, dentro del total de diagnósticos de enfermería posibles, estableciendo el filtro de opciones probables. Mensaje recibido. Está bien, intentaré expresar el texto de otra manera. El estudio de los datos que proporcionan las variables del cuidado en la valoración general, permite identificar los diagnósticos de enfermería que pueden ser los responsables de la situación evaluada, dentro del total de diagnósticos de enfermería posibles, estableciendo el filtro de opciones probables.

Los diagnósticos de enfermería son el resultado que aportan una gama de opciones con las cuales el profesional debe realizar la toma de decisiones para formular el juicio clínico final de la situación y elaborar el plan de cuidado (Bellido, 2006). En estos procesos deductivos debe tenerse en cuenta dos aspectos, uno encaminado a la variable cuidado que permita ser siguiente y evaluación del mismo y otra que aporte identificar claramente el diagnóstico enfermero, en la segunda fase es importante la formulación del diagnóstico enfermo definitivo (González & Monroy, 2016). La Valoración Enfermería con razonamiento clínico en el método “no analítico”. Pretende emitir diagnósticos a partir del análisis de la información aportada por las variables del cuidado que permita reconocer el patrón de actuación en situaciones anteriores similares, y por lo tanto, aplicables a todas las situaciones con características análogas; aquí los planes que son estandarizados están guiados por las experiencias a partir de datos particulares de casos concretos, como resultado establece los diagnósticos de enfermería probables en general para todas las situaciones similares (Arribas, 2019).

Es indispensable recordar que los diagnósticos enfermeros van encaminados a las respuestas humanas, aunque es posible que existan relaciones entre algunos diagnósticos de enfermería y algunas enfermedades médicas; sin embargo, actualmente, no se cuenta con suficientes pruebas científicas para establecer de manera concluyente todas las correlaciones entre los diagnósticos enfermeros y diagnósticos médicos específicos (Nanda International, 2022). La figura 5 expone el modelo de pensamiento crítico de cuatro círculos de acuerdo con Alfaro (1996).

Figura 5.

Modelo de pensamiento crítico de círculos de Alfaro



Nota. La figura muestra la interconexión de los elementos del modelo de Rosalinda Alfaro en su libro "Pensamiento crítico y juicio clínico en enfermería". Fuente: Alfaro (1996).

A nivel teórico, Alfaro (1996) planteó un modelo de pensamiento de con los siguientes elementos: características actitudes y conductas, Conocimiento teórico y prácticas capacidades / compendias intelectuales, habilidades interpersonales y de autogestión y habilidades/ competencias técnicas. A continuación, desde las diferentes asignaturas se evidencia, mediante la narración de experiencias de situaciones concretas, el manejo del modelo del pensamiento crítico de Alfaro.

3.7. Asignatura de ética en enfermería

Para la asignatura de ética, el modelo del pensamiento crítico de cuatro círculos, de Rosalinda Alfaro, a partir de sus características, actitudes y conductas, aborda la ética con una perspectiva moral, vinculada a los valores universales y principios éticos, que cuestiona

y piensa en lo bueno o lo malo, pasando por un razonamiento sesgado o desinformado hasta una manera crítica y objetiva: valorando las diferentes perspectivas reconociendo los análisis de interpretación, por otro lado, a partir del saber teórico y práctico, donde el profesional dispone de la habilidad y competencias intelectuales para comprender las conexiones lógicas abordando las diferentes ideas de una forma sistémica y constante.

Seguidamente, con las propias creencias y valores, enfocado y partiendo de las habilidades interpersonales y de autogestión, el estudiante va reflexionando con la justicia, falencias y el razonamiento sobre el conocimiento crítico y racional, pues el ser humano es un pensador crítico de principio a fin, el cual depende de la calidad y la profundidad de las experiencias y el desarrollo habilidades de cuestionar las cosas, que le permitan realizar su camino tomando fallos acordes a lo esperado.

3.8. Asignatura de cuidados generales

Con respecto al Modelo de pensamiento crítico planteado por Alfaro, se considera la aplicación después de la práctica clínica, cuando se hace referencia a las sus características, como la idoneidad del profesional para poder trazar sus objetivos y posterior consecución, es la entereza intelectual, empatía, integridad, perseverancia, confianza, imparcialidad y ecuanimidad en la toma de decisiones.

Por otro lado, con respecto al conocimiento y práctico, del modelo es fundamental tener la base científica que permite actuar con exactitud, precisión y relevancia, para generar impactos positivos en la salud del individuo objeto de cuidado, es decir, si se va a administrar un medicamento, el enfermero profesional no solo debe saber manejar la técnica y conocer el proceso empírico de administración, debe tener en cuenta una serie de conocimientos como la farmacocinética, la farmacodinamia, cuáles posibles efectos adversos puede causar en el paciente y hasta cálculo matemático que le permite reconocer la importancia del procedimiento que está realizando y estar preparada para una posible complicación porque conoce posible respuesta fisiológica que se puede causar a través de la administración.

De igual forma con respecto a las habilidades interpersonales y de autogestión del modelo de pensamiento crítico de Alfaro, se evidencian en el proceso de Valoración, cuando el enfermero es capaz de poner a disposición su capacidad y atención. En este caso en la entrevista que le permite establecer una relación enfermero- paciente, en la cual se requiere de compasión, flexibilidad y apertura mental para poder comprender como el sujeto objeto de cuidado se está adaptando a su proceso de salud enfermedad y poderle brindar herramientas de afrontamiento con una visión holística que tiene en cuenta sus valores, creencias, rol, relaciones, autopercepción entre otras.

Para finalizar con respecto a las habilidades mecánicas se pueden evidenciar desde la facultad reflexiva que tiene el profesional de enfermería para enfrentar las situaciones problema para los procesos de organización de las ideas hasta la materialización en una correcta técnica, para brindar cuidados efectivos y eficaces que garanticen la calidad de la atención.

3.9. Asignatura cuidados de la gestante

Dentro de la asignatura cuidados de la gestante se fundamenta el modelo de pensamiento crítico, así desde la mirada de sus características expresadas en conducta muestra qué tan empático es el estudiante al atender a la paciente. Se evidencian las habilidades de competencia técnica cuando tiene la habilidad de realizar el examen físico completo para tomar una decisión; además pone en práctica las habilidades interpersonales de autogestión, cuando se regula así mismo y a su vez gestiona el riesgo de la paciente con reportes que recogió en la entrevista. Esto determina su conocimiento teórico-práctico de cómo debe valorar y argumentar el proceso de cuidado con base en la evidencia encontrada en enfermería y poder dar resultados efectivos en la atención integral de la gestante.

3.10. Retos profesionales

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, los autores sostienen que después de sus realidades, los profesionales de la medicina y la enfermería requieren niveles adecuados de pensamiento

crítico. En primera instancia, lo requieren para tomar decisiones acertadas sobre los retos disciplinarios. Deben tener suficiente competencia en la valoración crítica de la información científica, lo que les permitirá evaluarla, emitir juicios coherentes, y actualizar y transformar la práctica. Sin embargo, este no es el único reto que deben enfrentar. Como profesionales, también deben asumir responsabilidades sociales, ser pensadores y ciudadanos socialmente conscientes, para lo cual, el pensamiento crítico es una herramienta fundamental.

El ciudadano-sujeto social es aquel que actúa de forma activa y crítica para transformar su contexto imbricado con sus dinámicas sociales caracterizadas por la competencia global y cambios acelerados. Los profesionales deben ser conscientes de su condición de sujetos históricos y actuar en consecuencia. El pensamiento crítico les ayudará a lograr conciencia de los grandes problemas que se tienen en el campo de la salud, lo que en este momento representan las enfermedades crónicas no transmisibles y las epidemias, pero también las migraciones, hambrunas y guerras, además del cambio climático, que termina siendo un elemento transversal de todos estos problemas.

Como pensador crítico el profesional debe ser proactivo en el análisis y la acción, mantener sólida competencia profesional mediante la búsqueda y cuestionamiento de la información, y a través de la cual poder llegar a tener entendimientos, conclusiones y juicios acertados. El pensamiento crítico del profesional le ayudará a enfrentar los grandes retos que enfrentan al ejercer en el marco de sistemas de salud socializados y gerenciados, que han proletariado a los profesionales.

Finalmente, los autores enfatizamos en la propuesta de que el pensamiento crítico debe ser propiciado y enseñado en la escuela, desde el nivel primario hasta la Universidad, y los profesores tienen esta responsabilidad con sus estudiantes (Von & Giuliano, 2017). Esto puede lograrse mediante múltiples estrategias, tales como la entrega de material bibliográfico relacionado con los contenidos que se desarrollan, propiciar experiencias apropiadas, analizar y resolver problemas, evaluar procesos, generar controversia, desarrollar investigación individual y grupal, planear y anticipar consecuencias (Vendrell & Rodríguez, 2020).

3.11. Conclusiones

El pensamiento crítico y la argumentación deben ser competencias básicas de los profesionales de la medicina y la enfermería, porque con ello pueden lograr una mejor aplicación del razonamiento clínico, alcanzar mejores resultados y desarrollo profesional.

Tanto el pensamiento crítico como la argumentación pueden y deben ser enseñados en las escuelas mediante un proceso planeado, con estrategias diversas, en especial la resolución de problemas, análisis de casos y de situaciones, elaboración de planes de intervención y seguimiento a los resultados.

El razonamiento clínico es fundamental para el ejercicio disciplinar de médicos y enfermeras, tiene un componente analítico y otro no analítico, que deben ser ejercitados de manera planeada y secuencial; incorporando en el proceso, en el desarrollo de las competencias de pensamiento crítico y argumentación, dados en actividades que permeen los currículos en las dos disciplinas.

Referencias

- Alfaro, R. (1996). *Pensamiento crítico y juicio clínico en enfermería* (cuarta edición ed.). España: ELSEVIER.
- Alfaro, R. (2021). *Pensamiento crítico, razonamiento clínico y juicio clínico en enfermería* (7.a ed.). Elsevier
- Aneiros, R., & Vicedo, A. (2001). *Las ciencias básicas en la educación médica superior*. Madrid: Síntesis.
- Aparecida da Silva, J., & Lopes, D. d. (2010). Raciocinio clínico y pensamiento crítico. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 18(1), 1-6. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/rlae/a/9SZVRs64CDsLcjj5VPz6F4m/?lang=es>
- Arana, T., & Galbe, J. (2015). Razonamiento clínico: razonar sobre nuestros casos, una propuesta docente para nuestros centros. *En AEPap ed. Curso de Actualización Pediatría*, 319-327.
- Arribas, A. (4 de julio de 2019). Diagnóstico de enfermería. *Revista enfermería en desarrollo* (10). Obtenido de <https://enfermeriaen-desarrollo.es/en-desarrollo/diagnostico-de-enfermeria/>

- Bellido, J. (2006). Sobre el modelo AREA y el Proceso Enfermero. *Inquietudes*, 21-29.
- Benavides, O. (2002). *Competencias y competitividad. Diseño para organizaciones latinoamericanas*. Colombia: Ediciones McGRAW-HILL.
- Benzanilla, M. J., Poblete, M., Fernández, D., Nogueira, S., & Campo, L. (2018). El Pensamiento Crítico desde la Perspectiva de los Docentes Universitarios. *Estudios pedagógicos*, 89-113.
- Campos, A. (2007). *Pensamiento crítico: técnicas para su desarrollo*. Bogotá, D.C. Colombia: Aula Abierta.
- Cardozo, G. (2020). El papel de las humanidades en la formación profesional en Colombia. *Episteme*, 12(1), 21-30.
- Cejas, M., Vásquez, G., Chirinos, N., Hernández, G., Sandoval, L., Lozada, B., & Anzola, A. (2017). *Administración de recursos humanos: la arquitectura estratégica de las organizaciones*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Cobos, A. (2016). Lectura crítica de investigación en educación médica. *Investigación en Educación Médica*, 115-120. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=349745408008>
- Díaz, J., Gallego, B., & Calle, A. (2011). Bases y particularidades del método clínico en la atención primaria de salud. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 27(2), 232-244.
- Douglas, C. (2016). The Use of Argument Maps as an Assessment Tool in Higher Education. *International Journal of Educational Research*, 1-12.
- ELSEVIER. (25 de Junio de 2019). *Proceso de Enfermería en cinco pasos: pensamiento crítico y valoración*. Obtenido de ELSEVIER: <https://www.elsevier.com/es-es/connect/enfermeria/proceso-de-enfermeria-en-cinco-pasos-pensamiento-critico-y-valoracion2>
- Ennis, R. (1985). Critical Thinking and the Curriculum. *National Forum: Phi Kappa Phi Journal*, 66(1), 28-31.
- Erduran, S., Ozdem, Y., & Park, J.-Y. (2015). Research trends on argumentation in science education: a journal content analysis from 1998–2014. *Erduran et al. International Journal of STEM Education*, 2(5), 1-12.
- Fierro, C., Di Doménico, M., & Klappenbach, H. (2019). Análisis sociobibliométrico comparativo de la carrera de Psicología de la Universidad de Buenos Aires (1996-2017). *Universitas Psychologica*, 18(2), 1-30.

- García, G., & Ruíz, F. (2021). IX Congreso Internacional: Tendencias sobre la argumentación clínica desde un enfoque multimodal. *revista tecné episteme y didaxis*, 3047-3052.
- González, M., & Monroy, A. (2016). Proceso enfermero de tercera generación. *Enfermería universitaria*, 124-129.
- Gott, R., & Ros, R. (2008). *Concepts of evidence and their role in open-ended practical investigations and scientific literacy; background to published papers*. The School of Education, Durham University, UK. Obtenido de <https://cofev.webspace.durham.ac.uk/wp-content/uploads/sites/299/2022/05/Gott-Roberts-2008-Research-Report.pdf>
- Guillén, L., Campos, C., & Acosta, I. (2021). Consideraciones acerca de la crisis del método clínico ante el desarrollo tecnológico. *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, 271-273.
- Guzmán, Y., & Flores, R. (2020). La competencia argumentativa como meta en contextos educativos. Revisión de la literatura. *Educación*, 15-34.
- Hernández, R. (2010). Del método científico al clínico. Consideraciones teóricas. *MediSur*, Cienfuegos, Cuba. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180020098011>
- Higgs, J., & Ajjawi, R. (2012). *Communicating in the Health Sciences*. Oxford.
- Kuhn, D. (2016). Dialogic argumentation as a bridge to argumentative thinking and writing / La argumentación dialógica como puente para el pensamiento y la escritura argumentativa. *Journal for the Study of Education and Development*, 39, 25-48.
- Lenburg, C., Klein, C., Abdur, V., Spencer, T., & Boyer, S. (2009). The Framework, Concepts and Methods of the Competency Outcomes and Performance Assessment (COPA) Model. *Nursing Education Perspectives*, 30(5), 312-317. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/26406440_The_Framework_Concepts_and_Methods_of_the_Competency_Outcomes_and_Performance_Assessment_COPA_Model
- Lifshitz, A. (2012). Investigación en Educación Médica. *Revista en Educación Médica*, 1(4), 165-242.
- Macagno, F., & Bigi, S. (2020). The Role of Evidence in Chronic Care Decision-Making. *Springer Nature Group*, 1-16.
- Macagno, F., & Martini, C. (2020). Introducción: evidencia, pericia y argumentación en Medicina basada en evidencias. *Springer Nature*, 1-4.

- Nordheim, L., Pettersen, K. S., Flottorp, S., & Hjälmhult, E. (2016). Critical Appraisal of Health Claims: Science Teachers' Perceptions and Practices. *Health Education*, 116(5), 449-466.
- Nanda International. (2022). *Diagnósticos enfermeros. Definiciones y clasificación. 2021-2023* (12ª Edición ed.). ELSEVIER.
- Núñez, S., Ávila, J., & Olivares, S. (2017). El desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes universitarios por medio del Aprendizaje Basado en Problemas. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 8(23), 84-103. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/ries/v8n23/2007-2872-ries-8-23-00084.pdf>
- Nussbaum, M. (2010). *Sin fines de lucro: por qué la democracia necesita de las humanidades*. (M. V. Rodil, Trad.) Madrid: Katz.
- Osborne, Jonathan, Shi-Ying Yao, A., Szu, E., Henderson, B., & MacPherson, A. (2016). The development and validation of a learning progression for argumentation in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 821-846.
- Pozo, J. (2006). *Teorías cognitivas del aprendizaje* (Novena ed.). Madrid: Morata. Obtenido de <http://www.scielo.edu.uy/pdf/ic/v7n2/2301-0126-ic-7-02-16.pdf>
- Roberts, R. (2017). Comprender la evidencia en las disciplinas científicas: identificar y mapear 'el pensamiento detrás del hacer' y su importancia en desarrollo curricular. *Umbral*, 12(2), 411-429.
- Rodríguez, L. (2004). El modelo argumentativo de Toulmin en la escritura de artículos de investigación educativa. *Revista Digital Universitaria*, 5(1), 1-18. Obtenido de https://www.revista.unam.mx/vol.5/num1/art2/ene_art2.pdf
- Rubio, J. (2014). Papel de enfermería en juicio clínico: la valoración y el diagnóstico. *Cuidados de Enfermería en las Alteraciones Electrocardiográficas*, 25-31.
- Sánchez, M. (2019). Pensamiento crítico en profesionales de la salud: ¿lo estamos enseñando y evaluando? *Investigación en Educación Médica*, 8(30). Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/iem/v8n30/2007-5057-iem-8-30-5.pdf>
- Tudela, P., Carreres, A., & Ballester, M. (2017). El error diagnóstico en urgencias. Diagnostic errors in emergency departments. *Medicina Clínica*, 149(4), 170-175. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025775317303536>
- Toulmin, S. E. (2007). Los usos de la argumentación (1.a ed.). Ediciones Península, Barcelona.

- Vega, M., Allegue, S., Bellmunt, C., López, R., Riera, R., Solanich, T., & Pardo, J. (2009). Medicina basada en la evidencia: concepto y aplicación. *Angiología*, 61(1), 29-34. Obtenido de <https://www.elsevier.es/es-revista-angiologia-294-pdf-S0003317009110040>
- Vendrell, M., & Rodríguez, J. (2020). Pensamiento Crítico: conceptualización y relevancia en el seno de la educación superior. *Revista de la Educación Superior*, 9-25.
- Villaroel, J., Ribeiro, Q., & Bernal, N. (2014). Razonamiento Clínico: Su Déficit Actual y la importancia del aprendizaje de un Método durante la formación de la Competencia Clínica del Futuro Médico. *Revista Científica Ciencia Medica*, 17(1), 29-36. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1817-74332014000100009
- Von, C., & Giuliano, D. (2017). A concept analysis of critical thinking: A guide for nurse educators. *Nurse Education Today*, 106-109. doi:10.1016/j.nedt.2016.11.007

La estructura argumentativa de Toulmin y el pensamiento crítico

Toulmin's argumentative structure and critical thinking

Jorge Enrique De Los Ríos Giraldo

<https://orcid.org/0000-0002-3951-1145>

4

Unidad Central del Valle del Cauca

Autor para correspondencia: Jorge Enrique De Los Ríos-Giraldo,

E-mail: jdelosrios@uceva.edu.co

Resumen

Se espera, con el corriente capítulo, evidenciar la interacción entre la noción pensamiento crítico (en adelante PC) y el Modelo Argumental de Toulmin (para lo que sigue MAT), incluida como una teorización “estándar de la argumentación jurídica” (a partir de ahora solo AJ). Primero se muestran los conceptos involucrados, luego la enunciación de algunos de sus elementos más característicos y ciertas notas distintivas. Después vendrá el operar asociativo de aquellos y estos con las aptitudes que unos y otros provocan. En seguida, el reporte del como todo lo anterior, obrando de forma articulada, posibilita la actividad compleja del argumentar normativo y concienciar que, dentro de dicho proceso, es necesario resolver (decidir) con ecuanimidad, las situaciones sometidas a solución. Finalmente, aparecerá como todo ello redundará en beneficio de derechos humanos (como el debido proceso), la democracia y la no violencia.

Palabras clave: estado del arte, investigación científica, pensamiento crítico, teorías de la argumentación, toma de decisiones

Abstract

It is expected, with the current chapter, to highlight the interaction between the notion Critical Thinking (hereinafter PC) and Toulmin's Argument Model (for what follows MAT), included as a “standard legal argumentation” theorization (from now on only AJ). First, the concepts involved are shown, then the enunciation of some of its most characteristic elements and certain distinctive notes. Later will come the associative operation of those and these with the aptitudes that one and the other provoke. Next, the report of, like all of the above, working in an articulated way, enables the complex activity of argue normative and raise awareness that, within said process, is necessary to resolve (decide) with equanimity, the situations under solution. Finally, it will appear how all this benefit human rights (such as due process), democracy and non-violence.

Keywords: state of the art, scientific research, critical thinking, theories of argumentation, decision making.

Introducción

La argumentación jurídica es una disciplina con reciente relevancia por el cambio de paradigma en sus normas de mayor jerarquía, llamadas constituciones. Ella, la norma de normas, posee ahora más que antes un grado superior de indeterminación y un aumento en el contenido de connotación política al dejar por escrito, es decir, dándoles un carácter positivo, a unos derechos de índole fundamental, conocidos como los derechos humanos. Por lo expuesto se demanda una carga interpretativa mayúscula y crece así la importancia de argumentar. Tanto es así que, hoy en día, ese saber es tildado de fundamental y como capacidad necesaria para obrar dentro del mundo normativo.

Los antecedentes conceptuales del proceso argumentativo pueden hallarse en los clásicos, aunque en los últimos setenta años han aparecido una cantidad nutrida de pensadores: Aarnio, Alexy, Atienza, MacCormick, Perelman, Toulmin, Von Wright (entre otros), que han enriquecido dicha teorización. De seguro aparece el razonar, o sea, el usar y exigir razones coherentes, objetivas, racionales. En asocio de lo anterior, en la actualidad ese quehacer argumental es más colaborativo; se ejerce con los demás por ser deliberativo, público. De ahí que sea mucho más pragmático que ayer, sin menoscabo de su carga teórica, por lo que se aprovecha para hacer la presente revisión de literatura sobre el argüir, repasar sobre dicho concepto y reconstruir uno nuevo, que es el requerido para los momentos presentes.

Por otro lado, después de los años veinte del siglo XX, en y para la academia, con Dewey, Elder, Ennis, Facione, Lipman, Paul, está promoviéndose la actividad denominada Pensamiento Crítico (PC). La idea era contar con un nuevo recurso para enfrentar las problemáticas que perturban, y afectan, a la sociedad moderna, como la pandemia del Covid-19. Ello debido a que algunas de esas crisis, novedosas y/o pendientes, exigen atención y resolución pronta; reclaman recursividad, comportamientos distintos, nuevas respuestas, otras habilidades, incluso aprendizajes recién incorporados.

Quienes laboran en esas actuaciones están articulando unos saberes e intentan identificar los cruces que existan y los beneficios que se puedan obtener. No se está en procura de la única respuesta correcta, sino desde el humanismo aportar algunos elementos para actuar de manera empática, fraternal, como hermanos. Una vez hallada dicha posibilidad vendrá el concienciar para que los involucrados no acudan a la anomia normativa como excusa para el desmadre que se padece: haciendo justicia por mano propia, abusando del derecho propio en desmedro del ajeno, del de los demás.

Se hará un corto rastreo a la bibliografía reciente. Ello en búsqueda de las coincidencias o puntos de encuentro entre el vocablo Pensamiento Crítico (PC) y un modelo concreto de AJ, el propuesto por Stephen Toulmin (MAT). El propósito es el de enriquecer sus caracterizaciones, las cuales se nutren recíprocamente, para usarlas integrada y de forma renovada. Con el objetivo de construir una sociedad ecuaníme (que no es lo mismo que neutral); más solidaria, en la que todos tengamos entrada, por poseer reconocimiento y respeto en y por la otredad.

4.1. El pensamiento crítico (PC)

Como precisión conceptual, necesaria en toda interacción comunicativa, se empieza caracterizando y estructurando al PC, en términos muy puntuales relacionados con los propósitos del presente documento. PC es la reflexión coherente, completa, consciente, cuidadosa, omnicomprensiva, organizada, pormenorizada, profunda, sin prejuicios ni sesgos y fundamentalmente racional. Es, a la par, el análisis imparcial, sobre unos acontecimientos (hechos), en un universo cambiante, que pueden generar conflictividad y requieren atención, concentración, dedicación, para su solución (Águila, 2014).

De lo descrito puede desentrañarse el verbo pensar, inherente comúnmente a los seres humanos (con raciocinio), a ello debe conjugarse la aptitud deliberativa aguda, informada, con la cual se forman valoraciones (juicios), en función del interés superior del colectivo. Lo anterior porque también debe agregarse que no es solo enjuiciar, criticar o echar en cara lo adverso, pues la delibera-

ción acá invocada tiene más un ánimo propositivo, prospectivo, no es el simple soliloquiar.

Es pertinente expresar que todas las personas, por ser personas, están en la posibilidad de contar con la capacidad de pensar, sin que eso implique que también ostenten las destrezas del PC las que requieren ser cultivadas (Facione, 2020), debido a que las mismas se adquieren por decisión (con el ejercicio consciente, constante), no por automatismo, ni magia o iluminación. Esto porque el PC involucra ciertos comportamientos a los cuales deben agregarse la disposición, la voluntad de alcanzar las competencias específicas que, con dichas actuaciones y el PC propiamente dicho, serán logradas.

Para ejercer el PC es menester ser disciplinado y seguir un proceso donde no cabe la manipulación, sino que debe reflexionarse de manera argumentativa, deliberativa y consciente. Además, poseer mente abierta, o lo que es lo mismo, tener la capacidad de escuchar la totalidad de versiones disímiles y luego tomar partido por alguna u otra de ellas, de forma equitativa, ética. Eso implica estar dispuestos a otras perspectivas, no dejando prevalecer las propias frustraciones, ilusiones o sugerencias, ni la ignorancia y menos las manías, mitos, opiniones previas, prejuicios, supersticiones y/o vanidades (Siegel, 1988).

También se requiere el atrevernos a investigar, indagar por todo; lo cual solo es posible nunca perdiendo la curiosidad. Igualmente, en un cosmos dinámico debe estar disponible siempre para construir nuevos finales para los nacientes problemas, creando caminos propios, hallando soluciones jamás encontradas, de la mano de la creatividad, la imaginación e hipótesis (Ennis, 2005) o soluciones alternativas. Todas esas destrezas colaboran, dialogan, son interactivas, entre ellas y sus conclusiones se expresan a través del lenguaje por la vía de los argumentos.

En calidad de educador, Robert Hugh Ennis, trabaja sobre, y con, el PC en su área laboral desde el saber conocer, la hermenéutica y el juzgar (valorar), para que los estudiantes sean intensamente diestros en raciocinar y reflexionar (Benavides, 2022). Por lo anterior, reconoce que el PC también es usable en la solución de crisis, o asuntos problemáticos (conocidos en el lenguaje normativo como

casos difíciles), por cuanto el PC como actor social llama siempre a la acción, 'el deber ser' de Kelsen, a la movilización, al hacer algo o su abstención (no hacer), de ahí que el PC sea más práctico que solo teorización.

Del mismo modo, hace énfasis (Ennis, 2005) en que en el PC hay otros rasgos importantes: (i) la constante evaluación y (ii) la autocrítica (o introspección autodirigida) para mejorar el propio pensar y el uso de la particular concentración, inteligencia, y preparación en la elaboración de nuestros criterios, sin influencia ni presión social o de pensamientos unilaterales, grupales, al servicio de intereses individuales (Fisher, 2021). Finalmente le fija al PC dos características fundamentales:

1. Racionalidad (razonabilidad), al no fundamentar las decisiones en las simples percepciones sin evidencias, ni exclusivamente en las emociones, tampoco en las meras intuiciones (Rodríguez, 2018) y menos solo en las sensaciones o los sentimientos primarios, procediendo así es rechazada la arbitrariedad, el capricho y la parcialidad, al apoyarse en pruebas intachables y firmemente ligadas con valoraciones objetivas.
2. Reflexividad al recapacitar y comprender, en cualquier circunstancia, sobre la totalidad de lo ocurrido, lo que está sucediendo y lo que pasará, por el enfoque consecuencial.

Al igual que Ennis, Matthew Lipman desde la filosofía para niños y basado en John Dewey, aportan a la pedagogía mundial. De una parte, Lipman expresa que el PC brinda autonomía a los menores para que formulen sus posturas, razonen por sí mismos apoyándose en la lógica y en el razonamiento, sin el uso de la memoria, e intervengan en actividades del pensar abstracto y complejo como la filosofía desde temprana edad, (Lipman, 2016). Mientras que de Ennis puede colegirse que por el PC no habrá abuso, o dependencia, de las tecnologías a más de poder incursionar, los menores, en operaciones cada vez más exigentes como relacionarse con los demás mediante el trabajo colaborativo, es decir, no competitivo sino en equipo, siendo comprensivos con las posturas ajenas y fomentando el interés por el conocimiento desde el analizar, argumentar y cuestionar (Martín-Sánchez, 2017).

Siguiendo a Freud, Glasser, Piaget, Wittgenstein y Sócrates, entre otros, Richard W. Paul es quien, en y desde el campo académico, dinamiza, desde la complejidad e interconexión de los saberes (Paul & Elder, 2003a), (Paul & Elder, 2003b) y (Paul & Elder, 2005), al PC y halla en él un conjunto o sistema de varios elementos característicos dentro de los cuales destaco (para los fines aquí fijados):

- a. La búsqueda de un objetivo
- b. Cuestionar todo preguntando de manera sencilla, usando las pautas del lenguaje,
- c. Los datos (lo fáctico, las informaciones) verificables,
- d. La calibración, comprensión, contrastación, constatación e implicancia permanente de hechos, razones y consecuencias, para asegurar la aceptabilidad, (Paul, 1981),
- e. La racionalidad de la lógica para desde el deducir (inferir), arribar al concluir,
- f. El pensar independiente (autónomo), sin ataduras; en conexión con el entorno, lo global-puntual, lo racional y lo sociocultural,
- g. La conciencia de las muchas maneras, existentes y posibles, de enfoques o perspectivas de visibilizar los asuntos a resolver por la multiplicidad de métodos interpretativos y el sinfín de ópticas desde las cuales son observables los acontecimientos, que deben expresarse sin tabús, abierta, dialógica y libremente.

Gracias a estos aspectos distintivos referidos se potencian las aptitudes ya aludidas y que a la vez el PC posibilita desarrollar.

Por todo lo hasta aquí declarado puede afirmarse que, frente al PC, por su estructura e individualización, en el mismo se razona a través del lenguaje y la lógica, mediante argumentos e interpretaciones. Con él se actúa dentro de la diversidad de áreas en que se despliega su uso. Lo anterior es posible gracias a la obtención de las aptitudes (capacidades, destrezas, habilidades) fundamentales que se aspiran lograr con el PC y sus múltiples formas, no solo cognitivas (Paul, 1981), de ser adquiridas. Junto a los referidos talentos buscados y trabajados están sus elementos

característicos y acciones (actitudes, comportamientos, conductas) propias que tales procederles provocan.

Además de lo expuesto, el PC también estimula otras actividades, algunas de ellas son: el inspirar, motivar y ser ejemplo; no temer al fracaso; escuchar las críticas y retroalimentarse de las mismas; ser empáticos por la consideración con la otredad; y, finalmente, la disposición para el trabajo exigente, previo, permanente y persistente. Todo lo anterior por el compromiso con las transformaciones sociales al querer cambiar el mundo, cumpliendo el propósito de los derechos humanos de cuarta generación “entregar un planeta mejor a los que vienen”; para lo cual también es menester disfrutar lo que se hace y estar en contextos que impulsen y reten la creatividad.

4.2. El modelo argumentativo de TOULMIN (MAT)

La concreción idiomática exige, en toda actividad argumentadora, el rigor conceptual sobre el MAT. Lo primero es expresar que este esquema hace parte de una de las teorías estándar de la argumentación jurídica (AJ), estudiadas de forma interdisciplinar y con enfoque predominantemente práctico – teórico como ciencia humanista (social) que es (Toulmin, 1977), desarrolladas después de finalizada la segunda guerra mundial frente a la presencia de constituciones que contienen los derechos humanos, en su parte estructural, como derechos fundamentales de obligatorio e inmediato cumplimiento. El MAT, en su faceta de AJ, implica que cuando arguyo tengo la voluntad de razonar y el compromiso de presentar esas razones; o sea, están presentes aptitudes y actitudes, lo apto y sus actos (Pérez, 2016).

De manera generalizada argumentar jurídicamente es dar u ofrecer, exigir y revisar, criticar y evaluar, los fundamentos, justificaciones, motivos, porqués, razones, soportes, sustentos, de una decisión. Se argumenta al sentenciar (concluir, escoger o fallar) la solución a casos (problemas) fáciles, difíciles o trágicos que cuentan con contenido normativo, en los cuales existen controversias de naturaleza fáctica o de normas. En esas situaciones no es posible desconocer que, lo optado (preferido o seleccionado) deberá ser lo plausible,

por cuanto es obligatorio que dicha elección esté soportada única y exclusivamente en el marco (ordenamiento) normativo existente. Por ello se habla de una argumentación institucional, reglada; por no ser ni arbitraria, caprichosa o discrecional, o sea, sin subjetividades (Atienza, 2005).

A ese especial tipo de argüir normativo (Olmos, 2022), como una actividad colaborativa compleja, dialéctica, dinámica y social, es a la que se hace alusión. A la interacción realizada entre interlocutores ecuanímes, sin parcialidades, objetivos, racionales. Esos participantes pueden llamarse actores, funcionarios, intervinientes, involucrados, sujetos o auditorio; parte frente a contraparte, proponente y oponente. Todos poseen conocimientos, saberes; comprenden, conocen y entienden por contar con formación cognitiva sobre la ciencia normativa, la disciplina jurídica. Además, tienen aptitudes, competencias, destrezas, habilidades, que normalmente están en un arte. Argumentar no es simple y llanamente opinar, menos debatir o discutir. Argumentar es constatar, contrastar y deliberar para arribar a consensos que aspiran a la aceptabilidad o materialización de lo decidido de forma consensuada.

En la estructura (principio, raíz) general de esa argumentación, como en la AJ, están el construir y formular la solución adecuada, consciente, necesaria, precisa y suficiente, para los problemas (fácticos y normativos) complejos sometidos a resolución razonada. A la misma se llega a través de posturas (escritas y/u orales) articuladas, breves, certeras, claras, coherentes, conducentes, completas, concretas, específicas, lógicas, necesarias, no redundantes, ordenadas, originales, pertinentes, precisas, serias, simples, sinceras y suficientes. Siempre con cabal cumplimiento de las reglas del lenguaje.

Para lo precedente el compromiso es ser: breves, claros, completos, coherentes, concisos, eficaces, necesarios, pertinentes, sencillos, sin pleonasmos y suficientes. Dicha responsabilidad es en todos nuestros comportamientos (orales y/o escritos), los cuales pueden ser creando normas, dándoles significado o atribuyendo un sentido concreto a preceptos preexistentes o aplicando las prescripciones vigentes. Se ha convenido que ello se hará usando oraciones cortas que contienen ideas claras. Esos enunciados (oraciones) deben poseer sentido y ser objetivos, es decir, reclaman una estructura

epistémica donde hay premisas que por su relacionamiento entre sus términos generan una conclusión. Con ellos se crea un párrafo, que a su vez es un argumento completo. Esas oraciones están conformadas por la unión de sujeto, verbo y predicado, en sus modalidades de complemento directo e indirecto (López, 2018).

En las respuestas (o soluciones) siempre deben externalizarse (hacer constar, figurar fehacientemente) los apoyos, cimientos, fundamentos, justificaciones, motivaciones, porqués, razones, soportes y sustentos de la opción anotada. De ahí que la argumentación sea compleja y enriquecedora al estar en todas las facetas de la actividad jurídica (creación, interpretación y/o aplicación de normas). La AJ a más de fundamental es clave e importante por ser garantía del debido proceso, (Constitución Política de Colombia, 2023), en su precepto 29. Argumentar no es lo único ni más transcendental, siendo si necesario y obligatorio, por cuanto en lo normativo lo sustancial, su contenido, como las formas importan porque características, función y objeto trabajan articuladamente, al igual que el contexto (Toulmin, 2003a) y los intervinientes por ser ciencia dinámica, experiencia fenomenológica social reconocida, saber humanístico que demanda la sustentabilidad del recorrido y lo resuelto. En conclusión, en el argumentar es forzoso, obligación, involucrar el: cómo, con qué, cuándo, cuánto, para qué, por qué, qué y quiénes.

Al mismo tiempo, fuera de todo lo anterior, el MAT cuenta con los siguientes elementos particulares:

- a. Pretensión, en una doble versión: a) punto de partida, (entendido como tal a los roles, 'papeles' variados desde los cuales actúan los múltiples involucrados) y b) punto de llegada (o aspiración propiamente dicha).
- b. Razones o lo fáctico (los hechos): información, datos, evidencias, premisas; hechos jurídicamente relevantes, narrados a través de proposiciones (descripciones) en sentido lingüístico; lo destacable, relevante y verificable que da origen a la actuación, lo cual está normado de forma abstracta y general.

- c. Garantías o fundamentos científicos, normativos (jurídicos), que viabilizan la obtención de lo requerido en consonancia con lo ocurrido.
- d. Respaldos o apoyos (preceptivos, regulados), probados y de mayor peso, que consolidan y hacen exigible lo pretendido.
- e. Matices o modulaciones adverbiales que no destronan los objetivos o propósitos pretendidos.
- f. Objeciones, excepciones o refutaciones que pueden ser esgrimidas por la contraparte, pero que no tienen la contundencia para derrumbar lo apetecido.

Unos razonamientos que siguen este arquetipo, es el MAT, principalmente porque han resistido y resistirán la crítica. El cumplimiento integral de los cuatro primeros pasos devendrá en argumentos válidos. Mientras que la calificación variará a razonamientos poderosos, robustos, por el acatamiento y gestión de todos esos seis componentes (Toulmin , 2003b) y (Toulmin , 2007).

Dicho esquema hace parte de una de las teorías de la argumentación (Alexy, 2017); (Atienza, 2017), (Toulmin, Rieke, & y Janik, 2018); la cual, a más de ser una construcción dialéctica, pragmática, social, sometida a la evaluación colectiva, pública, ostenta el componente integrador que lo teórico demanda de objetividad y precisión. Y, por ese carácter científico aquí dicho, cuenta con esos mismos postulados generales referidos arriba. La estructura, el MAT, es ciencia y a sus resultados no es dable valorarlos como razonamientos buenos o malos, porque en ellos existe un componente cognitivo, epistémico, técnico, que debe ser satisfecho plenamente junto a su carácter humanal, local – global, argumentativo, interrelacionado, lo que no posibilita su asignación de nota de manera aislada sino comparada con las razones del otro.

De ahí la importancia de la racionalidad (Aarnio, 2016) que está en el MAT, entendida como el estar dispuesto a prestar atención y acatar al distinto cuando sus razones son más fuertes que las nuestras. Es tener siempre presente a todos quienes hacen parte de la experiencia argumentadora. No es más que estar abierto al contra argumento ajeno. Es aceptar la posibilidad de ajustar nuestro punto de partida y/o de llegada. Es no ignorar los juicios

sólidos de los demás. Racionalidad implica siempre más que alegar o combatir, es deliberación o construcción colectiva del decidir; el arribar colaborando, en colectivo, como equipo, a las conclusiones.

Por lo expuesto, cabe afirmar que esos racionamientos, los del MAT como los del PC, tampoco son consecuencia de un pensar superior, menos realizado por seres mágicos, iluminados o privilegiados; son fruto de reflexiones colaborativas, complejas, cultivadas, dinámicas, que articulan a las exigencias del contexto, los efectos, el objeto y los sujetos. Son métodos científicos que precisan de preparación específica y la intervención de expertos académicos o profesionales. Al ser ello así es posible utilizar, el MAT y el PC, en el campo normativo, en un texto investigativo o en una indagación científica.

Sin embargo, el detalle de esos esquemas los hace propicios para enfrentar cualquier asunto decisonal, expresión oral o escritural cotidiana, puesto que la vida misma es una exigencia mayúscula que no puede tomarse de manera individual o a la ligera. Porque y para la convivencia humana se requiere educación formativa constante, presente en el PC y en MAT. El vivir humano es en sociedad, es una práctica no individual lo que implica, la imposibilidad de conseguir existir solo por uno mismo, cuando realmente hablamos es de estar con otros, de convivir. Por el carácter social de la humanidad es necesaria la intervención colectiva experta, tal como lo son el MAT y el PC, (Battersby, 2018, págs. 335-336).

Y como concienciar es sinónimo de ecuanimidad, no aparece por religiosidades o mandatos de seres sobrenaturales. Tampoco surge de actos individuales y solitarios o fruto del descubrimiento de ontologismos en los preceptos. Por la AJ estar encargada de resolver sobre hechos jurídicamente relevantes, con el material presente en un marco normativo concreto, son el PC y el MAT los que muestran cuáles son esos actos, aptitudes y requisitos para lograr superar las incertezas e inseguridades en quienes arguyen en y con lo normativo.

Es por ello el momento de usar aquellos saberes y actuar para acabar con arbitrariedades, los “depende” o las subjetividades de lo jurídico y proceder sin dilaciones de manera solidaria (equitativa), en defensa de la eficacia y real materialización de los derechos humanos, tal como lo fija el sistema constitucional, democrático y

social, colombiano. Todo ello junto a la ampliación, profundización y progresividad de la democracia, empujando también la consolidación de la constitución. Echando mano siempre del ser creativos, empáticos y no violentos.

Hasta aquí queda relatado que en el MAT, tal como acontece en el PC, son considerados el uso argumentativo e instrumental del lenguaje, con sus reglas idiomáticas sobre gramática, ortografía, puntuación, redacción, semántica y sintaxis. Asisten la lógica, no idealizada ni aislada, sino actualizada, contextualizada, pragmática, situada, conectando aquel silogismo tradicional con los derechos humanos. Están las matemáticas por la presencia en ellas de reglamentaciones, como acontece en lo normativo. Y, por supuesto, se manifiesta lo jurídico, por su contenido decisorio soportado en preceptos. Figura también que mediante argumentos y con el auxilio de las reglas de los múltiples criterios de interpretación de textos normativos, se pronuncian quienes usan el MAT. Su aplicabilidad es inmensa, pues en todos los quehaceres humanos, que demanden decidir, como lo es el ecosistema normativo, está presente ese régimen argumentativo trabajado recientemente.

4.3. Correspondencia entre MAT y PC

Son variados los viaductos tendidos entre el PC y el MAT por ser campos muy relacionados. Algunos de esos puentes interconectados radican en la presencia, en ambos, de la ética (Toulmin, 1997), el lenguaje, la lógica, el pensamiento complejo y las STEM (Plaza, 2016). Los dos (MAT y PC) tienen cabida para atender asuntos controversiales recientes, sean casos normativos o problemas matemáticos a los cuales debemos enfrentarnos para hallar la resolución de esas contrariedades, incompatibilidades. En uno y otro hay más que teorizar, lo relevante es la ejecución, la práctica, las actividades que esas teorías mueven para solventar las situaciones sometidas a esas disciplinas. Los teóricos y practicantes de esa pareja de saberes comparten anhelos e intereses para que aparezcan en la mayoría de currículos académicos por la mutualidad, aunque con límites, de sus actitudes, aptitudes, caracterizaciones, estructuraciones y logros.

En principio, de la lógica que se habla, en la AJ y el MAT, es la formal, materialista, racional, simple lógica o silogística. Y ello es así por cuanto su aplicación está llamada a resolver los casos fáciles, debido a que la solución buscada está contenida en el propio ordenamiento, en lo predispuesto normativamente. En la ejecución de estos silogismos, por ser eminentemente procedimental en sus condiciones metodológicas, no tienen cabida el contexto ni los comportamientos humanos más si el forzar la demostración. Siendo por eso, precisamente, la manera científica de plantear, probar lo acontecido sin intervención de los sujetos, por lo que también esta teoría objetiva está llamada a servir al PC.

Ahora bien, tanto en la AJ, el MAT y el PC, está la estructura coherente, a la que se hizo alusión, que apela a las proposiciones en sentido lingüístico, por ser eminentemente descriptivas, con las que son reportados hechos pasados o presentes, cuya obligación del proponente es siempre demostrar, evidenciar lo narrado al ser sustento de la decisión (Wright, 2019). Aquel método es el mismo que usa la relación entre los términos que están en unos antecedentes no controvertibles, objetivos, unívocos, como justificantes de una única conclusión. Es ese modo de pensamiento que recurre a la ecuación racional, al sentido común, o de un único enfoque, pragmático, y por cuyo ejercicio es calificado de sensato el actuar. Es ese sistema que parte de lo general, desde las premisas, pasando a lo particular, arribando a una sola conclusión, por las relaciones necesarias entre los términos presentes en esas premisas, todo ello soportado en las propiedades básicas de la deducción, del inferir.

Sin embargo, siendo que el tomar conciencia o ser consciente, como una de las pretensiones del corriente documento y de la AJ, es en su sinónimo de justificar. Por ello no puede surgir de comportamientos en soledad o del actuar separadamente. Es requerido que, a más de esa lógica presentada, la informal también impere en el MAT y en el PC, no solamente aquella de las premisas o formalista que no tiene en cuenta las actitudes humanas, ni el entorno, que dan sentido alternativo.

De ahí es que en la AJ se habla de razonamientos no solo corpulentos, duros, intensos, sólidos, sino también influidos y meditados por la razón que posibilitan pasar de la adhesión a lo decidido por la aceptabilidad de lo consensuado al ser fruto de lo deliberado

de manera colaborativa. Ese acogimiento del resuelve aparece porque las consecuencias (Ríos, 2021), sus implicancias, fueron consideradas con atención y detenimiento al igual que los hechos, conceptos y motivos de todos. Por esto, con la lógica informal se afrontan de forma dialogada cuestiones tan difíciles como el decidir bajo contextos de diversidad o con enfoque diferencial, por estar involucrados en los extremos población vulnerable o de protección especial: adultos mayores, comunidad afrodescendiente, LGTBIQ+, menores de edad, mujeres, personas con patologías físicas y/o mentales, población originaria.

Con la lógica no formal también es posible razonar sobre asuntos muy problemáticos por sus acepciones borrosas, controvertibles, vagas. Es factible atender cuestiones que impliquen por ejemplo, justificar creencias o escoger principios o valores sobre otros de igual o similar jerarquía. Pueden soportarse temas que instan al uso de interpretaciones surgidas con el apoyo de recursos técnicos del razonamiento deliberativo. De ahí que con el MAT y el PC sea posible solventar nuevas u otras materias y ocupaciones que no han sido resueltas.

Por lo presentando, en todas las circunstancias y eventos es imperioso, no solo aspiración, que en el argumentar a más de ser: bonito, bueno, convincente, correcto, formal, fuerte, legítimo, mejor, objetivo, persuasivo, pertinente, válido, también debe ser, por supuesto, articulado, contextualizado y novedoso (Perelman, 1998). Debido a que con y por el cabal cumplimiento de los parámetros de la lógica, formal e informal, cabe afirmar que los razonamientos en la AJ no solo deben tener contenido y forma, para ser aceptables, sino que también deben ser analíticos, coherentes, consensuados, dialécticos, eficaces, explicados, justificados, racionales, razonables, robustos, sensatos.

En el PC y en MAT el razonar, en el entendido de ser el ordenamiento y relacionamiento de unas ideas que conducen a una conclusión, es actitud y aptitud no solo cognitiva sino también que requiere cultivarse. Para construir y exigir razones propias es tan necesaria la suficiencia investigativa como el rechazo a la subjetividad. Al exigir y revisar argumentos, son requeridos el compromiso de usar la racionalidad, al igual que la habilidad de buscar esos raciocinios. En las actividades de criticar y evaluar razonamientos son equiparables

la responsabilidad de acoger la evidencia relevante, incluso cuando sean afectados los intereses propios, junto a la voluntad de sentenciar con ecuanimidad. En conclusión, lo razonable es conocimiento y cualidad.

La argumentación, al igual que la AJ y el MAT como parte de ese todo, son institucionales, están reglamentados por cuanto el deber es decidir ateniéndose al marco normativo en que operan, dentro de lo que está el no desconocimiento de la igualdad inclusiva inmersa en los derechos humanos. Mientras que el PC tiene un carácter más informal al prestar mayor atención a la formación individualista, no grupal ni pragmática, más enfocada al entendimiento personal. Aunque se pretende que la actividad de proporcionar y requerir argumentos sirva para desarrollar esos ajustes en el PC. Ello porque quienes argumenten puedan lograr un desempeño racional por el carácter dinámico y en instancias interactivas que se despliega tanto en lo argumentativo como en el PC, al tener el segundo como núcleo el discurso y el primero la perspectiva comunicacional empática, pública (no individual).

En la filosofía del derecho está la AJ. En ambas coexiste el argumentar, pues es primordial en ellas porque se entrelazan. Además, en las mismas pueden ser advertidas y especificadas las nociones centrales que aluden a lo normativo. Mientras que, con la filosofía de los niños (a la que recurre con el PC Lipman), son planteados mediante argumentos, a través de los por qué, tanto lo fáctico como los demás asuntos. Con ello se facilita entender los actos o sentimientos ajenos y nuestros. Es así como con ambas, es decir, de la mano del filosofar de los menores y de lo jurídico, es posible comprender el cómo, el con qué, el cuándo, el cuánto, el para qué, el porqué, el qué, de los pensamientos de los otros y los propios.

AJ, MAT y PC nos invitan a preocuparnos por la otredad; por una sociedad hermanada e incluyente que reconoce la diversidad al estar unidos en la diferencia, encontrarnos en el otro. Esto porque todas esas disciplinas mueven y procuran la efectividad, fomento y materialización, de derechos humanos como la autonomía, la dignidad humana, la equidad como igualdad (sin discriminación ni exclusiones), la libertad y la solidaridad. Estos sin prevalencia ni menoscabo de ninguno de ellos, junto a la ampliación y profundización de los valores democráticos. Lo manifestado sucede gracias,

y a través, de la filosofía por ser la que examina los hechos y las razones del MAT, de la AJ y del PC.

A más de ser objetivos, a lo que se arriba por los silogismos racionales, en la AJ nutrida por el PC y el MAT y embebidas entre sí, debe estar lo ecuánime: ser imparcial. Asimismo, es obligación la objetividad, o sea, no tomar partido hasta no oír las posturas de todos.

En procura de esos propósitos claves es deber también considerar la diversidad de puntos de vista, reflexionando fraternalmente, juntos. A más de la incumbencia siempre del defender, ser tenidos en cuenta y hacerlos que estén presentes, los derechos de los otros y nunca abusar de los de uno. El reconocernos como seres sociales, que somos por ser parte y estar en los otros, esa es una recomendable postura comportamental y actitudinal. Ello nos permite decidir con respeto y responsabilidad con y por los otros, obrando sin apasionamientos, ni intereses previos o sesgos, dando la razón a quienes la tengan sin importar el pensar o sentir propio.

4.4. Conclusiones

Después de esta revisión bibliográfica puede visualizarse que al razonar con el PC están activándose actos, pasados y presentes; que, de la mano de aptitudes, antiguas y nuevas, solventan creativa, coherente, ecuánime y racionalmente, algunos de los asuntos difíciles de atender por su complejidad. Mientras que el MAT, como parte de la AJ, fija un paso a paso que al acatarlo provoca más que razonamientos fuertes, válidos, respuestas equitativas, objetivas, fruto del deliberar contextual, en comunidad, situado. Al conversar con y sobre ambas disciplinas, cabe afirmar que la AJ surge como herramienta para decidir, todo lo que en lo normativo son llamados “casos”, pues en argumentar, pensar, resolver y mucho de lo aquí expuesto, coincidiendo ahí la AJ, el MAT y el PC.

Al proceso de toma de decisiones, en lo jurídico, se llega al manejar de manera dialógica sucesos (lo fáctico) y normas, porque aquellos y las de acá, de la mano de la AJ, el MAT y el PC, estimulan las aptitudes para llegar a ese específico modo de maniobrar. Dicha práctica articulada viabiliza un argumentar normativo exigente y en el que debe haber conciencia de la necesidad de fallar (o resolver

los casos) con ecuanimidad, tomando partido por la ampliación, defensa, desarrollo, eficacia, profundización y promoción, por ejemplo, del debido proceso, en todas las circunstancias sometidas a nuestra solución.

Y no solo del mencionado derecho humano en particular, sino de todas las demás normas fundamentales indeterminadas, abiertas, llenas de vaguedad y faltas de concreción en su contenido, pero básicas y necesarias para la cotidianidad cambiante de las sociedades modernas fatigadas del normativismo, fruto del populismo punitivo, que demanda pensar más en el otro y no en la mercantilización de las reglas esenciales para la existencia humana. Puede, por lo tanto, concluirse que los argumentos que se viertan, como consecuencia de esa interrelación, cuentan con el poder suficiente de transformar el entorno desarrollando los derechos humanos.

La tarea a seguir es intentar empezar a coordinar la construcción colectiva de aprendizajes en diversas disciplinas que fomenten el PC con el uso de argumentos, que tal vez puedan ser calificados de, “técnicamente” deliberados. No es solo dar cátedra, o elaborar micro currículos que hablen de ello, sino que deben abrirse diálogos que cimienten saberes sobre un tema concreto, a través del conocimiento colaborativo, mutuo. Lo cual es posible descubriéndonos los unos a, en y con, los otros, en unas circunstancias concretas de tiempo, modo y lugar; y, ello solo puede lograrse al reconocer que obramos entre iguales.

Por superar los objetivos de la presente exploración, queda para otra ocasión la mirada al emocionar, intuir y sentir (sensaciones, sentimientos) que, desde lo científico como la biología y la neurociencia, deben también ser considerados al razonar por los múltiples sinsentidos de las razones, para decidir con soporte en el marco normativo vigente sobre hechos jurídicamente relevantes.

Referencias

Aarnio, A. (2016). *Lo racional como razonable. Un tratado sobre la justificación jurídica*. Lima: Palestra Editores. Perú.

- Águila, E. (2014). Habilidades y estrategias para el desarrollo del pensamiento crítico y creativo en alumnado de la Universidad de Sonora. [Tesis Doctoral, Universidad de Extremadura], <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=43160>.
- Alexy, R. (2017). *Teoría de la argumentación jurídica. La teoría del discurso racional como teoría de la fundamentación jurídica*. Lima: Palestra Editores. Perú.
- Atienza, M. (2005). *Las razones del derecho. Teorías de la argumentación jurídica*. México: Instituto de Investigaciones Jurídicas de la Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Atienza, M. (2017). *Las razones del derecho. Teorías de la argumentación jurídica*. Lima: Palestra Editores. Perú.
- Battersby, M., y Bailin, S. (2018). Inquiry. A New Paradigm for Critical Thinking. Windsor Studies in Argumentation (vol 7). Windsor, ON: University of Windsor.
- Benavides, C., y Ruíz, A. (2022). El pensamiento crítico en el ámbito educativo: una revisión sistemática. *Revista Innova Educación*, 4(2), 62-79. <https://revistainnovaeducacion.com/index.php/rie/article/view/572/535>.
- Ennis, R. (2005). Pensamiento crítico: un punto de vista racional. *Revista de psicología y educación*, 1(4), 47-64. <https://www.revista-depsicologiyeducacion.es/pdf/5.pdf>.
- Facione, P. (2020). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. Measured Reasons LLC, Hermosa Beach, CA. <https://www.insightassessment.com/wp-content/uploads/ia/pdf/whatwhy.pdf>.
- Fisher, A. (2021). What Critical Thinking Is. Blair, J. A., ediciones, 7-26
- Lipman, M. (2016). *El lugar del pensamiento en la educación*. Textos de Matthew Lipman. Barcelona: Octaedro Editorial. España. <https://otrasvoceseneducacion.org/wp-content/uploads/2019/01/El-lugar-del-pensamiento-en-la-educaci%C3%B3n-Textos-de-Matthew-Lipman-Manuela-G%C3%B3mez-P%C3%A9rez.pdf>.
- López, D. (2018). *Manual de Escritura Jurídica*. Bogotá: Legis Editores. Colombia. <file:///D:/Documentos/Descargas/Manual-de-Escritura-jur%C3%ADdica-1%C2%AA-ED.pdf>.
- Martín-Sánchez, M., Martínez, C., Águila, E., y Cáceres, J. (2017). Habilidades y estrategias para el desarrollo del pensamiento crítico y creativo. *Revista de Educación*, 2 (11), 21-40. https://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/r_educ/article/view/2169.
- Olmos, P. (2022). Argumentación y pensamiento crítico: convergencias y desafíos. *SCIO Revista de Filosofía*, (22), 39-65.

- Paul, R. (1981). Teaching Critical Thinking in the “Strong” Sense: A Focus on Self-Deception, Word Views, and a Dialectical Mode of Analysis. *Informal Logic*, 4(2), 2-7.
- Paul, R., & Elder, L. (2003a). *La mini-guía para el pensamiento crítico, conceptos y herramientas*. <https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SP-ConceptsandTools.pdf>.
- Paul, R., & Elder, L. (2003b). *Una Guía del Pensador para estudiantes sobre ¿Cómo estudiar y aprender una disciplina? Usando los conceptos y herramientas del pensamiento crítico*. https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SP-Comp_Standards.pdf.
- Paul, R., & Elder, L. (2005). *Una Guía Para los Educadores en los Estándares de competencia para el pensamiento crítico. Estándares, Principios, Desempeño, Indicadores y Resultados. Con una Rúbrica Maestra en el Pensamiento Crítico*. https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SP-Comp_Standards.pdf.
- Perelman, Ch. (1998). Título original: *L’Empire Rhétorique. Rhétorique et Argumentation*, primera edición en francés, 1977. Primera edición en castellano, febrero de 1997. El imperio retórico. Retórica y argumentación, traducción de Adolfo León Gómez Giraldo, Santafé de Bogotá: Grupo Editorial Norma. Colombia.
- Pérez, L., Aguilar, S. y Muñoz, M. (2016). El baño de ortiga: un fenómeno penal para poner en práctica el modelo argumentativo de Stephen Toulmin. *Revista Pensamiento Penal*. <https://www.pensamientopenal.com.ar/miscelaneas/43271-bano-ortiga-fenomeno-penal-poner-practica-modelo-argumentativo-stephen-Toulmin>.
- Plaza, L. (2016). Modelación matemática en ingeniería. *IE Revista de investigación educativa de la REDIECH*, 7(13), 47-57. https://www.rediech.org/ojs/2017/index.php/ie_rie_rediech/article/view/9.
- Ríos, P. (2021). *El razonamiento jurídico consecuencialista. Un estudio sobre la teoría del razonamiento jurídico de Neil MacCormick*. Lima: Palestra Editores. Perú.
- Rodríguez, A. (2018). Elementos ontológicos del pensamiento crítico. Teoría de la Educación. *Revista Interuniversitaria*. Ediciones Universidad de Salamanca. https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/133513/TDUEx_2014_Aguila_Moreno.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Siegel, H. (1988). *Educating Reason; Rationality, Critical Thinking and Education*. New York: Routledge. United States of America.

- Toulmin, S. (1977). *Comprensión humana*. Madrid: Alianza Editorial. España.
- Toulmin, S. (1997). *El puesto de la razón en la ética*. Traducción de Ariza, I. Madrid: Alianza Editorial. España.
- Toulmin, S. (2003a). *Regreso a la razón: el debate entre la racionalidad y la experiencia y la práctica personal en el mundo contemporáneo*. Barcelona: Editorial Península. España.
- Toulmin, S. (2003b). *The uses of argument*. New York: Cambridge University Press. United States of America.
- Toulmin, S. (2007). *Los usos de la argumentación*. Barcelona: Ediciones Península. España.
- Toulmin, S.; Rieke, R.; y Janik, A. (2018). *Una introducción al razonamiento*. Lima: Palestra Editores. Perú.
- Wright, G. H. Von (2019). *Norma y acción*. Buenos Aires: Editorial Olenjnik. Argentina.

Pensamiento crítico en maestros de matemáticas

Critical Thinking in math teachers

Paula Andrea Rendón-Mesa

<https://orcid.org/0000-0001-6851-3302>

María Denis Vanegas Vasco

<https://orcid.org/0000-0002-9674-0163>

5

Universidad de Antioquia

Autor para correspondencia: Paula Andrea Rendón-Mesa,

E-mail: paula.rendon@udea.edu.co

Resumen

El presente capítulo da cuenta de los procesos y los hallazgos del Seminario Específico III de la maestría en la línea de formación Educación Matemática modalidad virtual de la Universidad de Antioquia. El propósito del espacio de formación era reconocer características, acciones y elementos del pensamiento crítico que se amplían o se fundamentan en las habilidades del pensamiento matemático. Para alcanzar el propósito se abordaron tres ejes conceptuales: interdisciplinariedad y pensamiento crítico, pensamiento crítico en la educación matemática, y desarrollo del pensamiento crítico en los procesos de la actividad matemática. Estos ejes se desarrollaron a partir de los intereses, las expectativas de las estudiantes y los avances de sus trabajos de investigación.

Los planteamientos conceptuales y la reflexión en el proceso giraron en torno a algunas preguntas: ¿cómo se puede entender el pensamiento crítico en contextos interdisciplinarios?, ¿por qué el pensamiento crítico se vincula a la educación matemática?, ¿qué requiere el profesor de matemáticas para desarrollar pensamiento crítico?, ¿cómo desarrollar las habilidades del pensamiento matemático desde una perspectiva del pensamiento crítico? Para buscar posibles respuestas a estas preguntas y lograr el objetivo del curso, se desarrolló una metodología de seminario que permitiera la construcción colectiva de saberes a través de la interacción entre las estudiantes y las profesoras; entre las estudiantes; y con otros docentes invitados.

Los resultados exponen las interrelaciones que se perciben entre las características, las acciones y los elementos del pensamiento crítico y su configuración de ser maestras de matemáticas, las prácticas de aula y el proceso investigativo. Las oportunidades, las reformulaciones y las acciones conscientes son las categorías que dan cuentas de los vínculos entre la interdisciplinariedad, el pensamiento crítico, la educación matemática y las habilidades de pensamiento como demarca este documento. A la luz de los resultados, se reconoce como el pensamiento crítico posibilita ampliaciones en los elementos que configuran la formación docente.

Palabras clave: educación matemática, formación docente, habilidades del pensamiento matemático, interdisciplinariedad, pensamiento crítico,

Abstract

This chapter reports the processes and findings of the Specific Seminar III of the master's degree in mathematics education, virtual modality of the Universidad de Antioquia. The purpose of the training space was to recognize characteristics, actions and elements of critical thinking that expand or are based on mathematical thinking skills. To achieve this purpose, three conceptual axes were addressed: interdisciplinarity and critical thinking, critical thinking in mathematics education, and development of critical thinking in the processes of mathematical activity. These axes were approached based on the students' interests, expectations, and the progress of their research work.

The conceptual approaches and the reflection, in the development of the process, revolved around questions: how can critical thinking be understood in interdisciplinary contexts, why is critical thinking linked to mathematics education? What does the mathematics teacher require to develop critical thinking? How do you develop mathematical thinking skills from a critical thinking perspective? To seek possible answers to these questions and to achieve the objective of the course, a seminar methodology was developed to allow the collective construction of knowledge through interaction between students and teachers; among students; and with other invited teachers.

The results expose the perceived interrelationships between the characteristics, actions and elements of critical thinking and their configuration of being mathematics teachers, classroom practices and the research process. Opportunities, reformulations, and conscious actions are the categories that account for the links between interdisciplinarity, critical thinking, mathematics education, thinking skills as this paper demarcates. In the light of the results, it is recognized how critical thinking makes extensions in the elements that configure teacher education.

Keywords: mathematical education, activity training, mathematical thinking skills, interdisciplinarity, Critical thinking

Introducción

La maestría en enseñanza de las matemáticas de la Universidad de Antioquia, se desarrolla por medio de la virtualidad y hace énfasis en la formación con profundización en el saber específico de las matemáticas y en el desarrollo de competencias que permitan la apropiación de conocimiento matemático, con el fin de mejorar el desempeño del docente en el aula y así, lograr un aprendizaje significativo por parte del estudiante. Además, se pretende articular el currículo de la maestría con los proyectos institucionales para consolidar una formación integral de las estudiantes en torno a la investigación, la Educación Matemática y la interacción con la comunidad académica nacional e internacional.

Con el fin de generar una reflexión sobre las necesidades de formación de los maestros, se considera una exploración de los conceptos, los procesos y las habilidades del pensamiento crítico en relación con la interdisciplinariedad y su papel en la enseñanza de las matemáticas. Además, estudiar los supuestos y las habilidades del pensamiento crítico para acercarse a la lectura crítica y lograr que los estudiantes se arriesguen a pensar críticamente y, en consecuencia, puedan tomar decisiones acertadas tanto en su vida personal como profesional.

Como plantea Morin (1999), la supremacía de un conocimiento fragmentado según las disciplinas impide operar un vínculo entre las partes y dar paso a un modo de conocimiento capaz de aprehender los objetos en sus contextos, sus complejidades, sus conjuntos. Por lo tanto, en el espacio de formación se generan discusiones acerca de algunas formas de pensamiento crítico, a partir de las condiciones sociales, culturales e institucionales que demarcan las prácticas del maestro y ponen en consideración los aspectos que confluyen para que el ambiente en el aula de matemáticas pueda cubrirlas (Jablonka, 2020).

El texto se configura, inicialmente, a partir de los planteamientos teóricos de los tres ejes conceptuales, luego se presentan los aspectos metodológicos del curso y, finalmente, se mencionan los resultados que emergieron y que permitieron destacar algunas conclusiones.

5.1. Interdisciplinariedad y pensamiento crítico

La relación que se plantea en el título se aborda a partir de dos preguntas: ¿qué significa la interdisciplinariedad para la constitución de mi ser maestro de matemáticas? y ¿cómo se puede entender el pensamiento crítico en contextos interdisciplinarios? Las posibles respuestas a las preguntas planteadas ameritan reconocer algunas definiciones, conceptos e ideas relativos al pensamiento crítico, este tiene que ver con las tensiones políticas e ideológicas, el desarrollo científico y tecnológico y las transformaciones educativas que se presentan en aras de enfrentar las crisis y los asuntos locales y globales (Vélez, 2013); la construcción de argumentos que ayuden a dar validez racional a las creencias y a fundamentar las acciones de las personas frente a las diferentes situaciones (Patiño, 2014); las habilidades cognitivas, las disposiciones y maneras de enfrentar los retos de la vida (López, 2012).

Para hablar de escollos globales, locales y crisis, cabe remitirse a las tensiones políticas, culturales y sociales, los desarrollos tecnológicos y el papel que tienen en ellos, la ciencia y la educación (Vélez, 2013). Las crisis como el incremento de la depresión en los últimos 60 años y la decadente negación de la vida (nihilismo para Nietzsche) que se torna en la enfermedad de la época, obstaculizan tanto las acciones como los pensamientos. A la vez, estas crisis pueden ser detonantes para aprender a pensar críticamente. Además, todo ciudadano necesita el pensamiento crítico para poder participar en una sociedad democrática y plural, con herramientas para ver los problemas desde distintos puntos de vista, plantear hipótesis, nuevas preguntas y posibles soluciones (Sanmarti & Oliveras, 2009). Con el ánimo de discutir las preguntas iniciales se desarrollan los siguientes apartados.

5.2. ¿Qué significa la interdisciplinariedad para la constitución de mi ser de maestro de matemáticas?

El maestro de matemáticas no se concibe aislado de maestros de otras asignaturas, como tampoco se piensan aislados los conocimientos que enseña. Por lo tanto, debe entender los fundamentos epistemológicos y filosóficos de las matemáticas, sus crisis y sus significados en estrecha relación con otras disciplinas. La escuela por su parte, requiere una transformación de las prácticas educativas en todos los niveles, donde prime el aprender “cómo pensar” sobre el “qué pensar”.

En esa línea, es preciso entender que una disciplina no puede definirse por sí sola, esto es, para resolver los inconvenientes de una disciplina, es necesario salir de ella y recurrir a otras disciplinas. La física, por ejemplo, ha tomado todas las explicaciones a través de las matemáticas, ya lo mostraban los matemáticos del Siglo XVIII que también eran científicos, “la mecánica de Newton era tratada de una forma enteramente matemática” (Kline, 2000, pág. 67). Además, por siglos se consideraba a las matemáticas como infalibles, perfectas y completas, pero la crisis de la fundamentación matemática develó su necesidad de otras ciencias, y su papel en ellas: “las matemáticas eran simultáneamente la reina y la sirvienta de las ciencias” (Kline, 2000, pág. 337).

Otro ejemplo de las relaciones interdisciplinarias está en la revolución biológica de los años 50, que nació con la usurpación, los contactos y la transferencia entre disciplinas como la física, la química y la biología. En el caso de la biología molecular, las transformaciones pueden efectuarse por la ejecución de hipótesis explicativas nuevas, lo que es para Peirce “la abducción”. En estos y otros ejemplos, puede entenderse la constitución de un objeto como inter, poli y transdisciplinario que permite crear el intercambio, la cooperación y la policompetencia (Morín, 1999).

La *interdisciplinariedad* puede entenderse como la “conversación, intercambio o cooperación” entre las disciplinas. La *transdisciplinariedad* se refiere a esquemas cognitivos que pueden atravesar las

disciplinas y la *polidisciplinariedad* es la asociación de disciplinas en virtud de un proyecto, de un objeto que le es común (Morín, 1999). Ahora, ¿cómo puede el estudio de las ciencias, como un todo y en movimiento, ayudar a la configuración del maestro de matemáticas?

A partir de diferentes estudios sobre la enseñanza y el aprendizaje en relación con el desarrollo del pensamiento crítico, tanto en matemáticas como en otras áreas, se puede ver como el reconocimiento de relaciones entre las disciplinas permite, plantear y resolver conflictos complejos con los estudiantes, consolidar herramientas para evaluar argumentos y tomar decisiones (Dalrymple, 2006). Esto es, problemas que involucran necesariamente para su solución elementos de una y de otra disciplina, y que tienen que ver con las crisis y los asuntos locales y globales (Cai, 2015).

Para entender la configuración del maestro de matemáticas en referencia con la interdisciplinariedad, vale la pena analizar la condición humana, cósmica, física, terrestre, el ser humano en sus múltiples facetas: individual, social, histórica, es decir en la complejidad humana, buscando la reflexión y la toma de conciencia sobre esa humanidad, la diversidad de los individuos, de las culturas, de los pueblos y sobre “nuestro arraigamiento como ciudadanos de la tierra” (Morín, 1999, p. 31).

5.3. La abducción, una posibilidad en la interdisciplinariedad

Para Henao (2014) la configuración del maestro de matemáticas pasa también por el estudio de la lógica, de la abducción basada en la imaginación, la percepción y la experiencia, como fundamentales en la evolución del pensamiento científico. Estudios realizados por este investigador exploran la necesaria relación trídica entre semiótica, lenguaje y abducción y en dicha dinámica define que, para reconfigurar el concepto de racionalidad estética como proceso dialógico e interhumano, a partir de la lógica de la abducción planteada y desarrollada por Charles Sanders Peirce (1839-1914) y sus seguidores; es necesaria la implementación de una estrategia didáctica interesada en el diálogo entre textos literarios y científico.

Henao (2014) define la abducción como una forma de razonamiento que parte de un hecho o un fenómeno para llegar a una hipótesis que explica las posibles razones del hecho, mediante las premisas obtenidas y las cuales posibilita contextos de interdisciplinariedad. En tanto, desde la imaginación se promueve la razonabilidad en el aula, tiene en cuenta las percepciones, las emociones, además proporciona unidad de conocimientos.

En correspondencia a lo anterior, Dalrymple (2006) y Rivera y col. (2019) indican que la abducción implica aprendizaje colaborativo, que permite integrar diferentes perspectivas de la cultura de una disciplina de origen y estar abierto a otras disciplinas. Un ejemplo de esta posibilidad está relacionado con la lectura crítica, la cual posibilita el pensamiento crítico, que además incluye acciones como plantear hipótesis y ver los problemas en puntos de vista alternativos.

5.4. La lectura crítica en el desarrollo del pensamiento crítico

La enseñanza de las matemáticas amerita propiciar el desarrollo del pensamiento crítico, como la capacidad para examinarse y evaluarse a sí mismo a través de 5 dimensiones: sustantiva, dialógica, pragmática, contextual y lógica (Villarini, 2003). Además, el pensamiento crítico, se constituye por disposiciones y habilidades, entre las habilidades cognitivas se consideran: la interpretación, el análisis, la evaluación, la inferencia, la explicación y la autorregulación, y como disposiciones, el espíritu crítico es inquisitivo, juicioso, buscador de la verdad, confía en el razonamiento, tiene mente abierta, es analítico y sistemático (Facione, 2007).

La lectura crítica es fundamental para el desarrollo del pensamiento crítico, puesto que, a diferencia de una lectura literal, requiere autonomía en la comprensión del texto, reflexión consciente sobre los factores que dieron origen al texto y tomar posición frente a las ideas u opiniones del autor. Esto, con mayor razón en matemáticas donde los problemas y las situaciones incluyen la formulación de hipótesis, distintas maneras de representación y solución, procesos interdisciplinarios, entre otros.

Desde esa perspectiva, se propone utilizar periódicos, revistas y textos actualizados con situaciones cotidianas, como también textos con problemáticas locales y globales, donde los estudiantes puedan hacer uso del conocimiento matemático para leer, analizar y argumentar sus ideas a partir de los textos. Así, leer críticamente, acompaña el desarrollo del pensamiento crítico y del pensamiento matemático y también el pensamiento permite leer críticamente. Además, el lenguaje matemático es un lenguaje para razonar y el aprendizaje de las matemáticas tiene sentido si mejora el razonamiento, de tal manera que quien aprende sea más razonable en su actividad cotidiana (Rivera et al., 2019).

5.5. ¿Cómo se puede entender el pensamiento crítico en contextos interdisciplinarios?

Para dar una posible respuesta a esta pregunta, es pertinente considerar las afirmaciones de Morín (1999), con relación a la fragmentación del conocimiento y los cambios que deberían darse en la educación: los saberes están cada vez más desunidos y compartimentados y las realidades u obstáculos cada vez más poli disciplinarios, transversales, multidimensionales, transnacionales, globales y planetarios, como la contaminación ambiental, la pobreza y la economía a escala mundial, es decir aquellos desafíos que sobrepasan las fronteras nacionales y que los han abordado: Sachs (2005), Ratzinger (2005), Terradas (2009), entre otros.

Para que tales conocimientos sean pertinentes, la educación debe evidenciar el contexto, lo multidimensional, lo global y lo complejo. Una sociedad es más que un contexto, es un todo organizador, el cual hay que recomponer para entender las partes y como un todo está presente al interior de cada individuo, en sus saberes, su cultura y su lenguaje. También en el ser humano, hay presencia del todo al interior de las partes, y es multidimensional en tanto es biológico, psíquico, social, afectivo, racional (Morín, 1999).

El conocimiento pertinente debe reconocer la multidimensionalidad de las sociedades y de los seres humanos como también su complejidad y esto requiere pensar críticamente para responder preguntas vitales, acumular información para responderlas, sacar

y comunicar conclusiones. Con frecuencia, en la educación se ha dejado de lado los grandes desafíos humanos, muchas veces para dar paso a los problemas técnicos y particulares, y la formación de maestros de matemáticas no ha sido la excepción, puesto que se reconoce una falta de herramientas, métodos y habilidades para organizar el saber disperso y compartimentado. Lo anterior, puede atrofiar disposiciones mentales para identificar y solucionar preguntas en contextos específicos y globales. Un ejemplo de esto es la incapacidad para tratar asuntos graves a largo plazo y prevenir catástrofes: "...una pseudo racionalidad que ha atrofiado la comprensión, la reflexión y la visión a largo plazo". (Morín, 1999, p. 28).

El pensamiento crítico es un modo de pensar sobre un inconveniente, y supone someterse a estándares de excelencia y de dominio consciente de su uso (Paul y Elder, 2005). También puede entenderse como una forma de racionalidad que promueve la humanización y trasciende la realidad instrumental, incluyendo las dimensiones cultural, afectiva y ética de la persona con la posibilidad para formar sujetos autónomos (Patiño, 2014). El pensamiento crítico se enmarca en contextos interdisciplinarios, puesto que sugiere revisar la calidad de los razonamientos ante una situación a la luz de los estándares universales, entre ellos la profundidad, la amplitud y la importancia.

Para alcanzar niveles de razonamiento en el marco de los estándares universales, Paul y Elder (2005) proponen una miniguía con los elementos del pensamiento crítico, algunos criterios para evaluar los razonamientos, características y acciones del pensador crítico, entre otras. En la tabla 1 se presentan estos elementos con el fin de mostrar las posibilidades y las maneras de entender la interdisciplinariedad y generar acciones didácticas hacia el desarrollo del pensamiento crítico.

Tabla 1

Elementos del pensamiento crítico y criterios para evaluar los razonamientos

Elementos del pensamiento crítico	Criterios para evaluar los razonamientos
Propósito del pensamiento	Un propósito realista y significativo, el cual se exprese con claridad, se distinga de otros propósitos y se verifique con frecuencia. Se deben esbozar las implicaciones o consecuencias de los razonamientos e identificar si son positivas o negativas.
Pregunta o problema Información: datos, hechos o experiencias. Interpretación e inferencia, conclusiones, soluciones.	Por resolver, que debe expresarse de varias maneras para verificar su alcance; dividirse en varias preguntas e identificar si tiene varias respuestas o procesos de solución y si amerita diferentes opiniones o puntos de vista.
Conceptos, teorías, definiciones. Supuestos, presuposiciones Implicaciones y consecuencias.	Los razonamientos se fundamentan en datos, información y evidencias, además se expresan mediante conceptos e ideas que le dan forma. Unos supuestos, los cuales se deben justificar y determinar si se ajustan al propio punto de vista. Una perspectiva, esta se debe identificar al igual que sus fortalezas y debilidades. Inferencia e interpretaciones por las cuales se llega a conclusiones.

A partir de los elementos y los criterios, se reconoce el papel de la educación, la formación científica y tecnológica e integral de las personas, pero su papel esencial es formar seres que piensen críticamente, preparados para conocerse, conocer el mundo y actuar responsablemente, seres que respeten su propia vida y la de los demás. Así, un pensador crítico formula preguntas vitales, acumula y analiza información para llegar a conclusiones para probarlas con criterios y estándares relevantes, tiene mente abierta para idear problemas complejos y se comunica efectivamente. Esto se puede evidenciar y reconocer en la medida en que se conecten las disciplinas de una manera natural a partir de preguntas relativas a esos grandes desafíos globales que ameritan para su respuesta, búsquedas de conocimientos en diferentes disciplinas, razonamientos e inferencias fundamentados en datos y evidencias.

5.6. Pensamiento crítico en la educación matemática

El maestro de matemáticas debe posibilitar ambientes de aprendizaje que ayuden a movilizar las disposiciones y las habilidades del pensamiento crítico, donde los estudiantes puedan: leer e interpretar la realidad; analizar y planear a partir de la lectura de la realidad y tomar decisiones. Estos ambientes de aprendizaje consideran los aportes de las matemáticas en relación con otras ciencias, las interacciones y el reconocimiento de los aspectos sociales, económicos, psicológicos de los estudiantes, tanto como la diversidad cultural, los cuales serán generadores de conocimiento matemático al servicio del bien común. Unos ambientes donde los estudiantes puedan desarrollar y fortalecer sus competencias para recolectar, procesar y analizar información en busca de su desarrollo profesional.

Las propuestas enunciadas ameritan que la escuela se transforme y organice su currículo en torno a problemas y a conceptos básicos, donde se prioricen las relaciones dialógicas y se hagan síntesis permanentes, para lograr construcciones y soluciones colectivas. En este sentido, los profesores de matemáticas pueden entender y adoptar la Educación matemática crítica como la corriente filosófica que estudia aspectos políticos, económicos y éticos que se relacionan con el uso de las matemáticas y de la educación matemática en la sociedad (Sánchez, 2014).

5.7. ¿Por qué el pensamiento crítico se vincula a la educación matemática?

Es necesario preguntar y explorar los usos de las matemáticas en la sociedad y lo que ha hecho o ha dejado de hacer la escuela, ¿cómo ha evolucionado la educación matemática en la perspectiva crítica? Y esto lleva a pensar en inconvenientes como el consumismo, la depresión, el miedo a la libertad, la desesperanza, la invasión de la información por redes sociales, las adicciones, los grandes problemas ambientales, el hambre, que son algunas de las crisis modernas por las que vale la pena preguntarse en la clase de mate-

máticas y a partir de ello abordarlas desde la educación matemática crítica, esta puede jugar un papel fundamental en la formación de ciudadanos en sociedades democráticas (Sánchez, 2014).

Desde que se originaron los estudios de la Educación Matemática Crítica, con Niss en 1983, Skovsmose en 1985, Ubiratan D'ambrosio en 1985, entre otros, se hizo especial énfasis en la manera de aplicar las matemáticas en la sociedad. Por ejemplo, para anticipar catástrofes naturales y para definir las tasas de interés en los préstamos y en las consecuencias de dicha aplicación (Sánchez, 2014).

La educación matemática se fundamenta en la educación dialógica y problematizadora, la reflexión y la acción, la emancipación, la competencia democrática, el conocimiento reflexivo matemático, la relación cultura y matemática que entiende la matemática como construcción humana y social, y el docente-alumno como sujetos políticos y no solo cognitivos (Guerrero, 2008). En este sentido, el pensamiento crítico juega un papel importante, en tanto proporciona elementos para generar y validar conocimientos, para dar buenas razones y argumentos en lo que se dice y se escribe. Además, permite al docente de matemáticas consolidar estrategias abiertas que parten de las problemáticas y las lecturas más que de los contenidos específicos de las matemáticas.

Otra razón para vincular el pensamiento crítico con la educación matemática se puede encontrar en los argumentos de Paulo Freire (1972) quien aboga por una educación problematizadora y liberadora, donde se priorizan la acción, la reflexión y el diálogo. Pero “no hay diálogo verdadero si no existe en sus sujetos un pensar verdadero, que percibe la realidad como un proceso en constante devenir” (Freire, 1972, p. 75).

5.8. ¿Qué requiere el profesor de matemáticas para desarrollar el pensamiento crítico?

Los profesores de matemáticas reconocen que el aprendizaje de esta disciplina se refleja en los cambios que va dando el estudiante en sus procesos, la vinculación con conceptos y con objetos matemáticos, entre muchas otras acciones. Sin embargo, se sabe que

como sujeto crítico, la matemática debe aportar otros elementos para que se adapte a situaciones problemáticas y emplee estrategias de manera espontánea. Pero, alcanzar esta dinámica requiere plantear actividades donde los estudiantes formulen sus propios proyectos, trabajen de manera autónoma, verifiquen los resultados, tomen decisiones, implementen diversas estrategias y establezcan un acto comunicativo de manera permanente (Skovsmose, 1999). Es decir, se trata de que la formación matemática evolucione de tal manera que el estudiante no solo obtenga conocimientos disciplinares, sino que este se signifique y se contextualice.

Para desarrollar pensamiento crítico, un maestro de matemáticas requiere, como lo indica Guerrero (2008):

- Asumir una actitud de autorreflexión, de crítica. Además de descubrir y de transformar las relaciones de poder subyacentes en las prácticas matemáticas y en las prácticas pedagógicas.
- Hacer una negociación con los estudiantes, en cuanto a contenido y a currículo, generando un diálogo donde ambos (estudiantes-maestro) se apropien de la realidad en la cual viven, la transformen y la humanicen.
- Propiciar ambientes de respeto y de veracidad, donde se escuchan los puntos de vista de los estudiantes, sus concepciones, sus intuiciones y sus iniciativas

Otras acciones que pueden ayudar al profesor y a los estudiantes en el desarrollo de la capacidad crítica, tienen que ver con el reconocimiento y movilización de los principios democráticos a través del diálogo, las decisiones sobre el contenido y el proceso, con una distancia crítica del tema de estudio y con un contrato crítico al seleccionar los inconvenientes para la enseñanza (Skovsmose, 1999).

5.9. El desarrollo del pensamiento crítico en procesos de la actividad matemática

Para orientar esta discusión se consideran pertinentes las siguientes preguntas: **¿Cómo desarrollar las habilidades del pensamiento matemático desde una perspectiva del pensamiento crítico?** y

¿Qué estrategias se pueden utilizar en la clase de matemáticas para contribuir al desarrollo del pensamiento crítico?

Según López (2012) un pensador crítico es aquel capaz de pensar por sí mismo, maneja y domina sus ideas y su pensamiento es rico, conceptualmente, coherentemente organizado y persistentemente exploratorio, cuyos rasgos pueden entenderse como fusión entre pensamiento crítico y pensamiento creativo. Es posible analizar la conexión entre el pensamiento crítico, las habilidades y los procesos del pensamiento matemático, en tanto, la argumentación, la comunicación, la resolución de problemas, y la modelación, además que la comprensión de conceptos, procesos y relaciones que configuran los distintos sistemas matemáticos, permiten avanzar hacia el pensamiento crítico. En correspondencia con Jablonka (2020):

El papel asignado al pensamiento crítico en la educación matemática incluye el pensamiento crítico como un subproducto del aprendizaje de las matemáticas, como un objetivo explícito de la educación matemática, como una condición para la resolución de problemas matemáticos, así como un compromiso crítico con temas de relevancia social, política y ambiental por medios de modelación matemática y estadística. (p. 159. Traducción propia).

Cobra sentido, así, plantear algunas estrategias y análisis de casos relativos a las interacciones, la comunicación, la resolución de problemas, la ejercitación de procedimientos, el razonamiento, la argumentación, la modelación y la toma de decisiones como habilidades del pensamiento matemático, que permitan fortalecer los conocimientos disciplinares y didácticos de los maestros en formación y generar una reflexión en torno al desarrollo del pensamiento crítico. En estas estrategias se tienen en cuenta: el contexto, los ambientes de aprendizaje flexibles y abiertos al análisis de situaciones, haciendo uso de conocimientos y de procesos matemáticos y propiciando una comunicación efectiva donde se establezcan diálogos entre los mundos del profesor y del estudiante y que los asuntos planteados no sean ajenos a este diálogo.

5.10. Metodología

El escenario de investigación fue fundamentado en el pensamiento crítico, las habilidades del pensamiento matemático, los procesos de la actividad matemática y las relaciones que puedan tejer con la configuración del ser maestro, la práctica docente y la investigación. El curso era obligatorio para estudiantes de la maestría virtual en docencia de las matemáticas y tenía como propósito que ellas⁸ aportaran a la discusión para cultivar algunas formas de pensamiento crítico a partir de las condiciones sociales, culturales e institucionales que demarcan las prácticas del maestro y pusieran en consideración los aspectos que confluyen para que el ambiente del aula de matemáticas pueda cubrirlas (Jablonka, 2020). Dicha situación, permite que los maestros reconozcan elementos para enfrentar problemas globales y fundamentales en términos de la incertidumbre y la crisis, y se acerquen a su tratamiento. Los planteamientos expuestos permiten dilucidar la necesidad del pensamiento crítico como “la capacidad del pensamiento para examinarse y evaluarse a sí mismo en las dimensiones lógica, dialógica, sustantiva, contextual y pragmática” (Villarini, 2003; p. 39).

El curso constó de 64 horas distribuidas en 16 semanas. Las estudiantes asistieron a sesiones virtuales de cuatro horas semanales y durante el curso se produjeron documentos digitales, videos y notas de observación en cada sesión de clase. Las estudiantes dieron su consentimiento para la grabación de cada una de las sesiones. También realizaron actividades que intentaron responder a cada uno de los módulos propuestos: interdisciplinariedad y pensamiento crítico; pensamiento crítico en la Educación Matemática; el pensamiento crítico y las habilidades del pensamiento matemático. En último módulo, se trataba de reconocer características que posibilitan a maestras en formación apropiarse de la relación entre las habilidades matemáticas y el pensamiento crítico.

Las investigadoras, con las producciones de las estudiantes, analizaron el contenido con el ánimo de reconocer indicadores cualitativos y descripciones emitidas en cada una de sus produc-

⁸ Particularizaremos al femenino dado que el curso contó con 4 estudiantes y todas mujeres

ciones para inferir conocimientos relativos en ellos (Bardín, 2002). Fue, en correspondencia con este autor, que como primera acción accedimos a los archivos y los organizamos para reconocer categorías iniciales que agruparan las ideas expuestas. Una segunda acción, estuvo encaminada a describir y a analizar cada una de las actividades que se presentan en la tabla 2, en correspondencia al desarrollo de cada uno de los módulos.

Tabla 2

Actividades por módulo

Módulos	Actividades
Interdisciplinariedad y pensamiento crítico	Foro–Presentación u organizador gráfico para presentar avances en el trabajo de investigación.–Resumen de las ideas de las presentaciones y de la discusión de la sesión–Preguntas al texto mural interactivo–Mapa Conceptual.
Pensamiento crítico en la educación matemática	- Ideograma o collage de los elementos, las características, los planteamientos, los interrogantes, los fundamentos que los documentos te permiten respecto al tema. - Construcción de Wiki–Imagen de profesores–El <i>cartoon</i> o meme del sentido educativo de la crítica en profesores que enseñan matemáticas.
El pensamiento crítico y las habilidades del pensamiento matemático	- Actividad en el aula con base en la noticia–Texto desarrollo de habilidades del pensamiento matemático desde una perspectiva del pensamiento crítico–Síntesis posibles estrategias para el desarrollo del pensamiento crítico–Compilación de las noticias y registro de información – Noticiero–Análisis de su propuesta de investigación a la luz del pensamiento crítico.

Una tercera acción fue establecer relaciones entre los elementos teóricos y las diferentes actividades, productos y procesos en los tres módulos. Esta nos permitió, en términos interpretativos, reconocer aquellas características que usaron las estudiantes para mostrar movilización entre las habilidades matemáticas, los procesos de la actividad matemática y las relaciones que puedan tejer con la configuración del ser maestro, la práctica docente y la investigación y el pensamiento crítico. Estas características se convirtieron en categorías emergentes y se vincularon con los principios del pensamiento crítico que se relacionan con la formación de profesores de matemáticas y que Paul y Elder (2005) ha

expuesto, las cuales se relacionan con que el pensamiento crítico es autodirigido, autodisciplinado, autorregulado y autocorregido. Además, implica comunicación efectiva y habilidades en la solución de problemas y se asume como un proceso complejo y dinámico que ofrece diversas soluciones, juicios e interpretaciones a partir de la valoración de la información (Rolón, 2014).

Después del reconocimiento de dichas características, las investigadoras se reunieron para discutir, revisar el proceso y garantizar la validez analítica. Esta validez se garantiza con la construcción de las categorías de análisis temático (Braun y Clarke, 2006; Tuckett, 2005), además se reconocen las oportunidades, las reformulaciones y las acciones consientes como aquellas que demarcan el uso del pensamiento crítico de las maestras en formación de matemática. En la tabla 3 se presentan estas tres categorías y los hallazgos en el desarrollo de cada módulo.

Tabla 3

Categorías de análisis temático

	Oportunidades	Reformulaciones	Acciones consientes
Interdisciplinariedad y pensamiento crítico	Nuevas relaciones entre el pensamiento crítico y otras disciplinas para ampliar las prácticas de aula.	En la concepción del ser maestro de matemáticas que genera vínculos entre dimensiones (social, biológica, afectiva, psíquica y racional)	Reflexiones en torno a las necesidades de desaprender y aprender los vínculos entre las disciplinas y su papel en el pensamiento crítico.
Pensamiento crítico en la educación matemática	La vinculación de contextos para movilizar posturas sociocríticas.	Diferentes expresiones, representaciones y manifestaciones de ser maestro de matemáticas en una perspectiva crítica.	Cuestionamientos acerca de las nuevas posibilidades que demarca la educación matemática crítica.
El pensamiento crítico y las habilidades del pensamiento matemático	Reconocimiento de estrategias del pensamiento crítico en relación con procesos de la actividad matemática.	En la concepción de las estrategias que se pueden utilizar en la clase de matemáticas para contribuir al desarrollo del pensamiento crítico	Fortalecimiento de ideas investigativas a la luz del pensamiento crítico.

Para aumentar la confiabilidad en los resultados, se tuvo una comunicación continua con especialistas en la temática, integrantes del grupo de investigación Mathema-FIEM y las estudiantes en formación. En el siguiente apartado se presentan los resultados.

5.11. Resultados

Este apartado presenta los resultados de los análisis de las diferentes actividades que desarrollaron las maestras en formación durante cada módulo a lo largo del Seminario. Así mismo, expone las interrelaciones que se perciben entre las características, las acciones y los elementos del pensamiento crítico y su configuración de ser maestras de matemáticas, las prácticas de aula y el proceso investigativo. A continuación, se presentan **las oportunidades, las reformulaciones y las acciones conscientes**, como los hallazgos que propicia este proceso formativo, en correspondencia con el desarrollo del pensamiento crítico.

5.12. Oportunidades

Se reconocen como las acciones que posibilitaron, a las maestras en formación, mejorar los procesos asumiendo una nueva consideración. Es dar cuenta, de acuerdo con situaciones emergentes, donde se genera un estado de alerta para usar el pensamiento crítico, para generar procesos investigativos trascendentes, para pensar con mente abierta, otras visiones divergentes de la situación que se explora o estudia; es también la flexibilidad para considerar maneras, alternativas y opiniones. Es, entonces **la oportunidad**, la búsqueda de nuevos caminos formativos, como lo han enunciado los diferentes autores que sustentan este documento (Guerrero, 2008; Gutiérrez, 2013; Jablonka, 2020; López, 2012 y Paul et al., 2005).

El pensamiento crítico es una habilidad fundamental y en correspondencia con las dinámicas formativas, las oportunidades que se evidenciaron aluden a los siguientes aspectos:

- **Desarrollo de habilidades analíticas:** las maestras en formación analizaron información de manera sistemática e identificaron patrones y tendencias que pueden posibilitar reflexiones en su ser de maestras y, al mismo tiempo, en su práctica docente.
- **Mejora la toma de decisiones:** ellas reflexionaron sobre los procesos propuestos para tomar decisiones informadas, sobre cómo enseñar y cómo abordar problemas en el aula.
- **Fomento de la creatividad:** las maestras asumieron múltiples perspectivas y soluciones a una pregunta, fomentando la creatividad y la innovación en el aula.
- **Mejora de la capacidad de reflexión:** profundidad reflexiva sobre la propia práctica docente y la identificación de áreas de mejora.
- **Fortalecimiento del diálogo crítico:** las discusiones entre las investigadoras y las maestras en formación permitió el debate constructivo que seguramente se trasladará a sus escenarios de práctica y, por ende, mejora el aprendizaje de los estudiantes y su capacidad para cuestionar y evaluar información.
- **Evaluar la información y los recursos:** las maestras reconocieron la calidad y relevancia de la información, así como los posibles sesgos o prejuicios para determinar su apropiación y su uso en el aula. Dicho asunto conllevó a diseñar y adaptar recursos pedagógicos para pensar en satisfacer las necesidades específicas de sus estudiantes y su contexto de enseñanza.

Tales oportunidades se perciben cuando las maestras en formación, en la elaboración de las actividades de los diferentes módulos mostraron, por ejemplo, la vinculación de nuevos contextos para movilizar las posturas socio críticas. Esta oportunidad es evidente cuando crearon la Figura 1, puesto que la realización de esta actividad conllevó reconocer en circunstancias reales, las posibilidades de enseñar y reflexionar sobre su labor docente. Al mismo tiempo, en esta producción creativa debieron documentarse para referir un contexto específico que para este caso alude al papel de las fuerzas armadas, la defensa de la vida y la desobediencia civil. Dicho

asunto demuestra un fortalecimiento del diálogo crítico y de las capacidades de la maestra para evaluar la información.

La literatura, referente al pensamiento crítico, recomienda que las actuaciones descritas son propias y correspondientes para desarrollar habilidades del pensamiento crítico. En particular, Boisvert (2004) indica que asumir un contexto, como evidencia el *cartoon*, posibilita la lectura de la realidad, la toma de decisiones y la convicción referente al plantear ideas para solucionar el problema. Es configurar las acciones formativas no solo desde los elementos cognoscitivos, sino desde aquellas posturas reflexivas, las acciones vinculantes, las ideas emancipadoras, las posturas políticas y democráticas, la construcción relacional que aporta a la configuración social. Todo lo anterior, como lo enuncia Guerrero (2008) vincula los planteamientos de Niss (1983), Skovsmose (1985), Ubiratan D'ambrosio (1985) que han desarrollado la Educación Matemática Crítica y han configurado las maneras de aplicar las matemáticas en la sociedad.

Figura 1

Cartoon pensamiento crítico – Estudiantes maestría en educación matemática (2020)

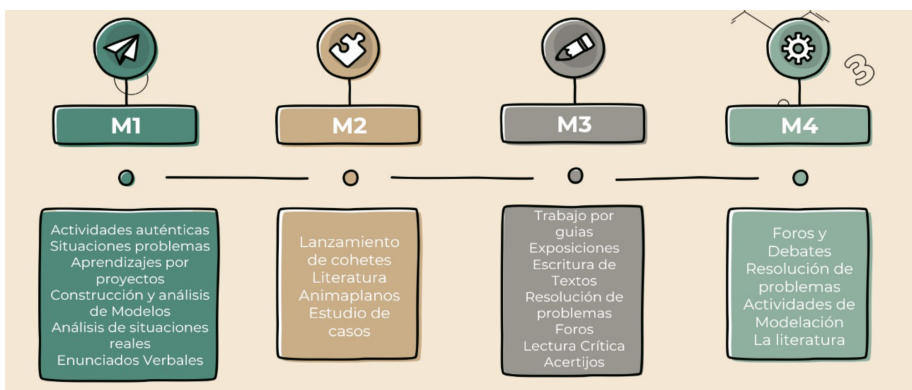


Así mismo, en otra producción que se reconocen las oportunidades fue cuando las maestras en formación dieron cuenta de diversas estrategias del pensamiento crítico en relación con procesos de la actividad matemática. En la Figura 2 se compilan las diferentes

estrategias que cada una de ella presenta y como la dinamización amplía las perspectivas frente al pensamiento crítico y propicia la innovación en el aula. Los enunciados verbales, los foros, los estudios de caso, los acertijos, los trabajos en colectivos, las actividades de manipulación de materiales son algunas de las estrategias que mencionan. A partir de ellas se configuran, a la luz de los principios del pensamiento crítico propuestos por Paul y Elder (2005) u otros que funjan los autores, una oportunidad de ampliación respecto al campo tanto de la Educación Matemática como de la Matemática Crítica. Las estrategias son una respuesta a las maneras como la formación en el desarrollo del pensamiento crítico y su vinculación con Educación Matemática Crítica, responde socialmente a las exigencias y a las necesidades del momento, preocupándose por diversidad de aspectos entre ellos, como lo establece Sánchez (2014) políticos, económicos y éticos.

Figura 2

Compilación de estrategias de Pensamiento crítico en el aula de Matemáticas



Efectivamente, reconocer oportunidades para desarrollar el pensamiento crítico en la formación de maestras, implica configurar acciones y estrategias que a su vez fomenten la reflexión crítica, la investigación, la creatividad, la apertura de mente. Además, proporcionar recursos y herramientas que permitan a las maestras transformar sus prácticas, su constitución de ser de maestras y trasciendan en su proceso investigativo.

5.13. Reformulaciones

Una de las habilidades fundamentales del pensamiento crítico es la capacidad de evaluar y cuestionar las ideas y los argumentos presentados por otros, así como las propias ideas y argumentos. En este proceso formativo, se pudo reconocer como las maestras en formación identificaron debilidades o fortalezas en los razonamientos que respaldaban una idea o un argumento y, en consecuencia, reformularon o modificaron sus propias ideas.

En dicho sentido, las reformulaciones que posibilita el pensamiento crítico se asumen como las transformaciones o las modificaciones de las ideas, de los planteamientos o de las posturas que pueden darse a partir de las discusiones o los comentarios tanto de los profesores como de los pares. Estas reformulaciones fueron producto de los comentarios y las retroalimentaciones de las profesoras y compañeras, e implicó el compromiso activo con la discusión y la evaluación rigurosa de las ideas. Este asunto trasciende los elementos de la interacción crítica, donde el cuestionar y el reexaminar las propias ideas y los puntos de vista, y desarrollar una comprensión más profunda y matizada de los temas que están discutiendo, es una consecuencia. Tales reformulaciones conllevaron otra visión de aprendizaje y un pensamiento más sofisticado y bien informado, a una transformación en su configuración de maestras y en su misma práctica docente.

Referente a los planteamientos expuestos, algunos ejemplos de reformulaciones se hicieron presente en las actividades cuando las maestras en formación transformaron su concepción del ser maestro de matemáticas y generaron vínculos entre dimensiones (social, biológica, afectiva, psíquica y racional) como lo plantea Moran (1999). Así mismo, cuando expresaron, representaron y manifestaron de maneras diferentes su concepción de ser maestro de matemáticas en una perspectiva crítica. Y, también, cuando ampliaron la visión acerca de las estrategias que se pueden utilizar en la clase de matemáticas para contribuir al desarrollo del pensamiento crítico.

Paul y Elder (2005) indican que la información, los datos, los hechos, las experiencias pueden reconsiderarse, o en este caso reformularse al evaluar los razonamientos a partir de: preguntas, la verificación del alcance, las múltiples respuestas o procesos, vincular la teoría, presuposiciones, reconocer las implicaciones y las consecuencias de los actos. Además, tales acciones evidencian elementos de pensamiento crítico. De manera particular, estos elementos se percibieron cuando las maestras en formación en una de las actividades del curso, propiamente en el eje de interdisciplinariedad y pensamiento crítico, crearon preguntas y sus demás compañeras debían dar respuestas a sus interrogantes.

Sus cuestionamientos vinculan la multidimensionalidad y los elementos del pensamiento crítico, y para ello responden las estudiantes (Figura 3) que tales “elementos se vinculan con los diferentes ámbitos de vida (académico, social, espiritual, laboral, familiar, económico, entre otros)” y, por tanto, “se relaciona con la capacidad de pensar sobre cualquier tema que afecte su vida” (Registro de las participantes). Estas respuestas aunadas posibilitan ampliar la discusión, complementar las posturas, mostrar convergencias o divergencias entre sus propias ideas y conllevan un consenso propicio en el desarrollo del pensamiento crítico. Como lo exponen Paul y Elder (2005) dichas producciones pueden evaluarse para revisar las reformulaciones y percibir como los razonamientos se fundamentan en datos, información y evidencias. Además, las maestras en formación logran expresar sus posturas mediante conceptos e ideas que solidifican sus planteamientos y parten de supuestos, justifican y determinan si se ajustan o no a la discusión propuesta, para generar inferencias e interpretaciones por medio de las cuales llegan a conclusiones.

Figura 3

Mural Interactivo – Pregunta y respuesta acerca del pensamiento crítico

¿En que momento o en que aspecto los elementos del pensamiento crítico hacen referencia a lo multidimensional del hombre o de la sociedad donde se inscribe dicho pensamiento?

Considero que los elementos del pensamiento crítico no se centran, específicamente, en una sola dimensión del hombre, es decir, cada elemento en sí mismo ya es multidimensional. Planteo esto porque el pensamiento crítico es una habilidad que, al estar fuertemente relacionada con la toma de decisiones, debe estar presente en cada uno de los ámbitos de la vida del hombre (académico, social, espiritual, laboral, familiar, económico, entre otros).

Considero que el pensamiento crítico sí hace alusión a la multidimensionalidad del hombre al señalar desde su misma definición que está relacionado con la capacidad que se tiene de pensar sobre cualquier tema, es decir, el hombre como ser pensante puede tomar decisiones que afecten su vida en todas las dimensiones. Ahora, el gran desafío sigue estando en el hecho de que el ser humano sea capaz de asumir con respeto la posición del otro, el ser capaz de tomar posiciones imparciales frente a determinados acontecimientos y poseer una comunicación efectiva que le permita solucionar sus problemas.

Considero que todos los elementos del pensamiento crítico hacen referencia a lo multidimensional del ser humano en todo momento o en los diferentes aspectos de su vida, puesto que como lo menciona cada elemento aporta al desarrollo de pensamiento crítico en los diferentes ámbitos en los que el ser humano se forma.

Otra actividad que también posibilitó evidenciar las reformulaciones fue cuando las maestras en formación reflexionaron sobre la imagen de dos profesores representativos de su proceso formativo en diferentes ciclos formativos. Ellas identificaron elementos, características, principios o acciones de aquellos maestros que fueron relevantes para el desarrollo del pensamiento crítico. Durante la sesión sincrónica presentaron al colectivo sus producciones (Figura 4). En los esquemas que presentaron las estudiantes se percibe como bajo el sentido educativo de la crítica las dimensiones subjetivas (González, 2018) entran en juego y en dicho sentido, las maestras en formación de manera conjunta mostraron como estos maestros posibilitaron en ellas la comprensión y la ampliación de relaciones con el mundo y humanizaron el acto educativo. A partir de la formación en valores (perdón, liderazgo, solidaridad, etc.) configuraron en ellas un sentido referente a la ciudadanía y, de manera particular, sentir que era posible la contextualización como acto comprensivo de aquellas situaciones cercanas y reales.

Figura 4*Imagen de profesores – Desarrollo del pensamiento crítico*

En definitiva, las reformulaciones que se encontraron en las actividades desarrolladas por las maestras en formación evidencian cómo es posible, a partir de la reflexión acerca de las características, elementos y acciones del pensamiento crítico, cuestionar el conocimiento, reflexionar sobre el entorno y la propia realidad para buscar soluciones y transformaciones a través de las matemáticas. Finalmente, reconocer que el conocimiento es una construcción social, que permite como lo enuncia Freire educar para la libertad, la lucha por los derechos y la justicia. En dicho sentido, la reformulación de las acciones se percibe no solo a partir de vinculación de habilidades (sistematización, exploración, creación, reflexión), sino desde que trasciende a reconocer nuevas visiones en su configuración y dinámica relacional como lo plantea López (2012).

5.14. Acciones conscientes

Las acciones conscientes que posibilita desarrollar el pensamiento crítico son los actos o las actividades a partir de las cuales se encuentra sentido a una acción, una suposición, un razonamiento que movilizó la percepción del ser maestra. Es a través de este proceso de reflexión y de análisis que se puede llegar a

una comprensión más profunda y significativa de una idea o un concepto. En el contexto de la formación de maestros, estas acciones redundan en apostar por el fortalecimiento de habilidades que promuevan la reflexión, incentiven la investigación, apropien recursos y herramientas, partan de la creatividad y fomenten la aceptación por la diferencia. Y, por tanto, transformen su práctica docente y su capacidad para responder a las necesidades de sus estudiantes. Tales acciones conscientes deben posibilitar, como lo enuncia Henao (2014) fundamentado en la semiótica de Peirce, el reconocimiento de otras maneras para configurar los sentidos, a partir de los nuevos descubrimientos.

Muchas de las actividades que se desarrollaron, en el proceso formativo, conllevaron reflexionar y pensar la emancipación, la transformación de la realidad, el reconocimiento de la desigualdad y la injusticia, en cómo las matemáticas pueden responder a las necesidades del ser humano, entre muchas otras cuestiones que se vinculan con el pensamiento crítico. Una de estas actividades fue la elaboración de un collage (Figura 5) donde plasmaron, a partir de su concepción de maestras, los elementos, las características, los planteamientos, los interrogantes, los fundamentos que hasta ese momento del proceso configuraban el pensamiento crítico. Esta producción posibilitó reconocer el asombro, los cuestionamientos, la duda, la necesidad de vinculación con los problemas globales y su relación con la escuela, entre otros elementos que, como indica Morín (1999) es la vinculación de la multidimensionalidad para responder a las necesidades sociales. Por tanto, el pensamiento en cuestión dejó de concebirse como idea y se transmitió como necesidad de acción para el profesor en el aula y fueron evidencia de las movilizaciones tanto de su práctica como de la concepción acerca del ser maestras.

Collage – Elementos – Características – Interrogantes acerca del pensamiento crítico



Como lo enuncia Guerrero (2008) es necesario propiciar espacios de crítica y deliberación dentro de los procesos de enseñanza de las matemáticas y “posibilitar un saber matemático integrado a la sociedad para dejar de ser un cuerpo de conocimiento desconectado del mundo” (Texto M2, octubre 2020). Sin embargo, acercarse a este tipo de respuestas conlleva establecer diferentes preguntas como: “¿todas las maneras de enseñar matemáticas desarrollan en la misma medida competencias en los estudiantes?, de ser así, ¿qué tipo de competencias desarrolla cada una?, ¿son estas competencias oportunas para el desarrollo de las personas en el siglo XXI?” (Figura 6, Texto M3, 2020).

Frente a sus reflexiones se alcanza a percibir que concebir el desarrollo del pensamiento crítico en el aula para desarrollar habilidades matemáticas determinó en ellas un compromiso sociopolítico, donde los puntos de vista, la concepción de mundo y las diferentes ideologías toleran a una transformación de la realidad, donde la educación matemática no debe asumirse como una manera mecánica o procedimental, sino que emplee modelos y alternativas vinculantes y conscientes de un entorno.

Figura 6

Texto ¿Cómo desarrollar habilidades en una perspectiva del pensamiento crítico?

¿Cómo desarrollar las habilidades de pensamiento matemático desde una perspectiva del pensamiento crítico?

El pensamiento crítico desde el campo de la educación más que una forma de pensar sobre un tema o problema, hace referencia a un proceso cognitivo a través del cual se establece una relación entre el conocimiento y la razón que lleva a reflexionar acerca de las diferentes situaciones que se presentan en la vida (Rondón, 2019). **En este sentido, desde la educación matemática**

se hace necesario plantear alternativas de enseñanza donde el objetivo no se vincule solamente al desarrollo de habilidades.

relacionadas con procesos memorísticos y algorítmicos, sino que permita vincular actividades con sentido generadas a partir

de situaciones problema (Ruiz, Alfaro, & Gamboa, 2003).

Al considerar nuevas propuestas en los procesos de enseñanza de la matemática es pertinente pensar en la matemática

como una producción cultural que a su vez debe responder a necesidades humanas, por lo que se debe tener presente que dichas

alternativas o propuestas deben favorecer el razonamiento y pensamiento matemático abstracto a partir de procesos formativos.

donde se tenga en cuenta el pensamiento reflexivo en matemáticas, la comunicación, la negociación y el diálogo, de tal forma

que se anorte así desde una educación crítica que parte de las problemáticas del momento a la transformación de la realidad

Fonte: da Moniz de Aragão e da Silva (2009). (Gomes, 2009; Bello et al., 2009). Essa, como um exemplo, poderia servir como um comentário.

real con la sociedad, de tal forma que se aporte a la identificación, análisis y respuesta a dichas problemáticas por medio de la participación en pensamientos colectivos, al establecer una interacción social con nuevos y diversos conocimientos (Pais et al., 2008).

Desde una perspectiva de pensamiento crítico, hasta docentes como estudiantes van ser críticos ante el proceso de

[illegible]

formación en educación matemática, de tal manera que el papel del docente sea el de generar espacios de diálogo y de pensamiento

colectivo que permitan a los estudiantes dar su opinión en relación con un tema o aportar a la solución de un problema por medio de

la argumentación de su punto de vista, pero también reconociendo la opinión del otro para reconstruir un conocimiento que aporte

a la solución de problemáticas del contexto. En esta línea, se considera que la educación matemática a través del reconocimiento

del pensamiento crítico como un proceso cognitivo debe favorecer el desarrollo de habilidades de pensamiento matemático por

Las evidencias que se presentaron en el documento dan cuenta de aquellas interrelaciones que se percibieron entre las características, las acciones y los elementos del pensamiento crítico y como, además de apostar por la configuración de ser maestras de matemáticas, que se vio modificado, también se percibe el impacto en el pensarse las prácticas de aula y seguramente, en su proceder investigativo. En la tabla 4 se presenta cómo en el desarrollo de cada eje se reconocen oportunidades, reformulaciones y acciones conscientes y como, al mismo tiempo, estas posibilitaron las modificaciones en elementos de la formación docente que tienen que ver con la configuración del ser maestros, el cambio de paradigmas en las apuestas formativas del aula de matemáticas, y las nuevas ideas que el apropiarse de asuntos críticos concedió a su proceder y formación investigativa.

Tabla 4*Vínculos entre oportunidades y elementos de la formación docente*

	Oportunidades	Reformulaciones	Acciones Conscientes
Interdisciplinariedad y pensamiento crítico			Práctica aula Proceso investigativo
Pensamiento Crítico en la Educación Matemática	Ser Maestro Practica Aula	Ser Maestro Práctica Aula	
El pensamiento Crítico y las habilidades del pensamiento matemático		Proceso investigativo	Ser Maestro Práctica Aula Proceso investigativo

El proceder de las maestras en formación demostró que, a la luz del desarrollo de los diferentes ejes y el reconocimiento de oportunidades, reformulaciones y acciones conscientes, posibilitó una articulación entre los elementos que son propios en la formación docente. En las tres categorías se conjugaron el ser maestro, la práctica de aula y el proceso investigativo, que como lo enuncia Alvarado (2014) el pensamiento crítico aporta a la formación de un nuevo modo de pensar sobre cualquier tema, de reconocer las posibilidades de aplicación y vinculación con posicionamientos intelectuales y proceder con calidad y con profundidad profesional. Esto permite deducir que cada categoría, pese a sus diferencias, vincula más de dos elementos referentes a la formación de maestros, tal como se presenta en la Figura 7.

Figura 7*Vínculo entre las categorías y los elementos de la formación de maestros*

Los hallazgos en referencia a las oportunidades, las reformulaciones y las acciones conscientes con los elementos de la formación de maestros y los planteamientos del pensamiento crítico (Henao, 2014, Paul y Elder, 2004; Guerrero, 2008) permiten indicar que las maestras en formación desarrollaron habilidades para concebir la Educación Matemática en concordancia con los planteamientos de la Educación Matemática Crítica y, por tanto, se reconocen las características, los elementos y las acciones que a través de ellos se movilizan. La Figura 7 ilustra como la reflexión, la reflexión y la acción, la emancipación, la competencia democrática, el conocimiento matemático, la relación cultura, conllevan una construcción humana y social que genera unas nuevas relaciones y configuraciones. Por tanto, que las maestras en formación adquirieran una visión dinámica de tales cuestiones teóricas y se movilizaran en correspondencia a su ejercicio docente.

5.15. Conclusiones

El propósito del estudio se centra en reconocer características, acciones y elementos del pensamiento crítico que se amplían o se fundamentan en las habilidades del pensamiento matemático y así, se exploraron y estudiaron de diferentes maneras las relaciones involucradas (Jablonka, 2020; Paul y Elder, 2005; Rolón, 2014). El hecho de partir del análisis de algunas prácticas de aula de las maestras, sus procesos de investigación y su concepción de maestras de matemáticas, permitió un acercamiento continuo y cada vez con mayor profundidad a los conceptos, las características y los procesos relativos al pensamiento crítico, y en ese sentido se entretejieron elementos y características de necesidad, de disponibilidad y de creatividad que se requerían para la construcción propuesta. Elementos como la interdisciplinariedad (Vélez, 2013), la complejidad, los procesos y las habilidades de pensamiento (Henao, 2014), así como la lectura crítica (Rivera et al, 2019; Sanmarti et al, 2009).

Se reconoció el papel de las habilidades y los procesos del pensamiento matemático en el desarrollo y las acciones del pensamiento crítico, esto se pudo ver en la emergencia de oportunidades, reformulaciones y acciones conscientes, reflejadas en: concepciones nuevas a cerca de las matemáticas y su enseñanza; expresiones

y representaciones argumentadas; planteamiento y resolución de problemas abiertos y relativos a contextos glociales (globales y locales); toma consciente de decisiones y una sensibilidad como maestras de matemáticas que tienen una responsabilidad social.

Podemos considerar, a la luz de los resultados, que al reconocer como el pensamiento crítico posibilita ampliaciones en los elementos que configuran la formación docente, tanto en la práctica como en el proceder investigativo, como lo ilustran los planteamientos de Freire, Morin, Skosmosove, entre otros; las maestras en formación se preocuparon por apropiar las habilidades de pensamiento crítico. Referente a ello entonces, podríamos indicar que es posible pensarse los escenarios y el proceso formativo para que la indagación, los cuestionamientos, los argumentos, la emancipación, el posicionamiento crítico, la creatividad y otras múltiples habilidades les permitan desempeñarse frente a las exigencias contextuales. Así, aportar nuevas configuraciones del ser maestro, las prácticas de aula y que esto se vea reflejado en la preocupación por la ampliación investigativa de los campos que se vinculan en este estudio.

Referencias

- Alvarado, P. (2014). El desarrollo del pensamiento crítico: una necesidad en la formación de los estudiantes universitarios. *DIDAC(64)*, 10-17. Disponible en: <https://biblat.unam.mx/hevila/Didac/2014/no64/2.pdf>
- Bardín, L. (2002). *Análisis de contenido*. Madrid: Ediciones Akal S. A.
- Cai, W. & Sankaran, G. (2015). Promoting critical thinking through an interdisciplinary study abroad program. *Journal of International Students*, 38-49. Disponible en: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1052832.pdf>
- Dalrymple, J. & Miller, W. (2006). Interdisciplinarity: a key for real-world learning. *Planet*, 17(1), 29-31. <https://doi.org/10.11120/plan.2006.00170029>
- Facione, P. (2007). Pensamiento Crítico: ¿qué es y por qué es importante?. *Insight Assessment*, 23-56. Disponible en: <http://www.eduteka.org/pdfdir/PensamientoCriticoFacione.pdf>
- Freire, P. (1972). *Pedagogía del oprimido*. Argentina: SXXI editores.

- Guerrero, O. (2008). Educación Matemática crítica: influencias teóricas y aportes. *Evaluación e investigación*, 1(3), 63-78. Disponible en: <https://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/27791/articulo4.pdf;jsessionid=4D608824ED9C0DDBCD>
- Henao, R. D. (2014). La razonabilidad estética como proceso interhumano y abductivo desde "Un descenso al Maelstöm". *Enunciación*, 19(1), 53-64. Disponible en: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/8665>
- Jablonka, E. (2020). Pensamiento crítico en la educación matemática. En S. Lerman, *Encyclopedia of Mathematics Education*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_35.
- Kline, M. (2000). *Matemáticas, la pérdida de la certidumbre*. México: Siglo XXI editores.
- López, G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. *Docencia e investigación* 37(22), 41-60. Disponible en: https://educacion.to.uclm.es/pdf/revistaDI/3_22_2012.pdf
- Morín, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Francia: Unesco.
- Patiño, H. (2014). El pensamiento crítico como tarea central de la educación humanista. *DIDAC NUEVA EPOCA/NUMERO 64/UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA*, 3-9. Disponible en: https://ri.iberomx/bitstream/handle/iberomx/3658/PDH_Art_04.pdf?sequence=1
- Paul, R., & Elder, L. (2005). La mini-guía para el pensamiento crítico. Conceptos y herramientas. <http://www.criticalthinking.org/resources/>.
- Rivera, C., Rivera, L. y Henao, R. (2019). Lectura crítica en matemáticas. *Ruta maestra edición 26*, 89-96. Disponible en: <https://rutamaestra.santillana.com.co/lectura-critica-en-matematicas-un-ejemplo-desde-el-enfoque-historico/>
- Rolón, N. I. (2014). Pensamiento crítico y docencia, breves reflexiones de su aporte y riqueza. *DIDAC NUEVA GENERACIÓN/NÚMERO 64*, 18-23. Disponible en: <https://biblat.unam.mx/hevila/Didac/2014/no64/3.pdf>
- Sánchez, M. (2014). Educación matemática crítica en México, una argumentación sobre su relevancia. *DIDAC/NUEVA EPOCA/NUMERO 64*, 30-36. Disponible en: <https://biblat.unam.mx/hevila/Didac/2014/no64/5.pdf>
- Sanmarti, N. y Oliveras, B. (2009). Lectura crítica, una herramienta para mejorar el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII. Congreso Internacional sobre la Inves-*

- tigación en Didáctica de las Ciencias.*, 926-930. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/record/129586>
- Skovsmose, O. (1999). *Hacia una filosofía de la Educación Matemática Crítica*. Bogotá: Una Empresa docente y Universidad de los Andes.
- Vélez, C. F. (2013). Una reflexión interdisciplinar sobre el pensamiento crítico. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. No. 2, Vol. Vol 9, 11-39. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134135724002.pdf>
- Villarini J, A. R. (2003). Teoría y Pedagogía del pensamiento crítico. *Perspectivas psicológicas*, 35-42. Disponible en: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/pp/v3-4/v3-4a04>

PARTE II

APORTE TÉCNICO

Propuesta de enseñanza del pensamiento crítico en la ingeniería

*A Proposal for teaching
Critical thinking in engineering*

Luis Fernando Plaza Gálvez

<https://orcid.org/0000-0002-8979-0410>

John Mario Osorio Trujillo

<https://orcid.org/0000-0002-7557-3976>

6

Unidad Central del Valle del Cauca

Instituto Tecnológico Metropolitano

Autor para correspondencia: Luis Fernando Plaza Gálvez,

E-mail: lpiazza@uceva.edu.co

Resumen

Este capítulo presenta una propuesta de la enseñanza del pensamiento crítico, en los programas de ingeniería, por medio de la divulgación de las características ideales que debe tener un estudiante en su proceso de formación, fomentando su espíritu crítico o actitud crítica entre las que se tiene: las disposiciones, los hábitos y los rasgos de carácter y poniendo en práctica una serie de estrategias puestas en marcha desde la universidad y que son del tipo didáctico, curricular y cognitivo que permitan que actúe bajo la habilidad del pensamiento crítico, atemperándose a las exigencias que hoy hace el sector productivo y las acreditadoras internacionales, por medio de los resultados de aprendizaje. Esta competencia le permitirá, cuestionar, validar y evaluar una serie de proyectos de intervención por medio de los juicios, razonamientos y argumentaciones que sean objeto de discusión, especialmente cuando esa intervención sea llevada a cabo en la resolución de problemas y en la que deberá tener en cuenta una serie de atenuantes del tipo ambiental, social, económico entre otras. Con lo anterior se pretende, contribuir desde la educación superior, a formar un ingeniero que ayude en la solución de los problemas que la sociedad requiere, pensando siempre en el beneficio de la humanidad desde el pensamiento crítico.

Palabras clave: aprendizaje, enseñanza, ingeniería, pensamiento crítico, resolución de problemas, universidad.

Abstract

This chapter presents a proposal for the teaching of critical thinking, in engineering programs, through the dissemination of the ideal characteristics that a student should have in their training process, promoting their critical spirit or critical attitude. among which are: the dispositions, habits and character traits and putting into practice a series of strategies implemented from the university and that are of the didactic, curricular and cognitive type that allow it to act under the ability of the critical thinking, adjusting to the demands

made today by the productive sector and the international accreditors, through the learning results. This competence will allow you to question, validate and evaluate a series of intervention projects through judgments, reasoning and arguments that are the subject of discussion, especially when that intervention is carried out in problem solving and in which it must take into account a series of mitigating factors of the environmental, social, economic type, among others. With the above, it is intended to contribute from higher education to train an engineer to help solve the problems that society demands, always thinking of the benefit of humanity from the critical thinking.

Keywords: learning, teaching, engineering, critical thinking, problem solving, university.

Introducción

Cuando se hace parte de la formación de futuros ingenieros, se desea siempre que estos se logren desempeñar en el sector productivo de la mejor manera posible, atemperándose a los lineamientos y conocimientos que exigen las acreditadoras internacionales de ingeniería, y entre estos lineamientos se encuentra el pensamiento crítico (PC en adelante). Siendo el PC, la habilidad de organizar, evaluar la información objeto de estudio (fruto de la solución de un problema, al tomar una decisión, emitir un concepto u opinión, etc.) y que permite que esta sea dirigida a través de un razonamiento con estructura muy fuerte y en la que sean usadas las fundamentaciones indicadas, y en la que se establece un desarrollo complejo de carácter reflexivo, racional y analítico según lo recomiendan Paul & Elder (2006).

Muchos estudiantes que ingresan a la universidad no demuestran un nivel significativo en las competencias genéricas como son el PC y la resolución de problemas (RP en adelante) que el estado colombiano ha definido como esenciales para ingresar a la educación superior, y dado que estas habilidades rara vez se enseñan explícitamente como parte de su estructura curricular en las universidades, la mayoría de los estudiantes tienen pocas oportunidades estructuradas en dicho plan que les permita mejorar sus capaci-

dades. Van Damme & Zahner (2022), exponen que la mejor manera de medir estas aptitudes es mediante el uso de una evaluación auténtica, válida y confiable, tal como lo comentan en el reporte que hace la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico).

Los ingenieros pueden tener abundantes potenciales de pensamiento lógico, pero muchas prácticas adolecen de pensar críticamente sobre la formulación de problemas, la relación de poder dentro de la profesión, las epistemologías hegemónicas (apropiadas) de la disciplina (formas de conocimiento); llegando a observar que hay pocos estudios sobre la enseñanza de habilidades de PC dirigido a estudiantes de ingeniería.

En varios escenarios académicos se ve la relevancia de evaluar competencias genéricas como el PC, pero muchos de estos se enfrentan a obstáculos como: la resistencia al interior de las instituciones, facultades y recurso humano; además, su implementación al igual que los problemas para su financiamiento, los cuales son solo algunos de los temas que se deben eludir para dar los pasos necesarios (Van Damme & Zahner, 2022). Se ha demostrado que los conocimientos y las habilidades alcanzadas en los programas académicos de ingeniería no se coordinan con las mismas necesarias para tener éxito en las prácticas del mundo real.

Lo expuesto, permite identificar una problemática respecto al PC en estudiantes de ingeniería, pues en la revisión de la literatura se ha comprobado la resistencia y desconexión entre estudiantes y profesores hacia su implementación, el aislamiento entre los empleadores y los educadores para poner en práctica el PC (Ahern et al., 2019). Estos antecedentes han coadyuvado a comprender que en los primeros años de universidad, el espacio para el PC es mínimo, pues no es explícito y varía según la especialidad de la ingeniería (Ahern et al., 2012) y del mismo modo en encuestas recientes se detectó una brecha significativa entre las habilidades del PC requeridas y las exhibidas en los recién graduados (Qamar et al., 2021). En otros estudios (Aznar y Laiton, 2017; Soria-Barreto, & Cleveland-Slimming, 2019) se detectaron ausencia total de cualidades de PC a los estudiantes que ingresaban a los primeros semestres de programas de ingeniería, durante un curso de Física en una universidad colombiana en el primer caso, y por último en

estudiantes de ingeniería comercial para una universidad chilena en el segundo caso. Lo anterior permitió el diseño de estrategias pedagógicas, mostrando resultados positivos en varios aspectos que fueron evaluados posteriormente.

Por lo que se cree que, esta desconexión en los estudiantes es debido al poco interés en indagar el porqué de los hechos y/o fenómenos en ingeniería y adicionalmente, se ha evidenciado que la ausencia del PC, se da como consecuencia de la falta de interés por el estudio, posiciones poco críticas y reflexivas al momento en que se realiza la actividad de aprendizaje que los conduce a un pensamiento reproductivo con muy poco esfuerzo mental, tal como se expone en Ubillus (2021).

Desafortunadamente, a los profesores de ingeniería generalmente les resulta difícil fomentar el PC entre sus estudiantes (Qamar et al., 2021), bien sea por su falta de interés o por su formación con soporte técnico y poco sociocultural. Hoy en día es frecuente encontrar, en cualquier programa o diseño curricular de materias de ciencia, términos como PC, argumentación, constructivismo, etc., sin que haya claridad en su significado y sin que los profesores tengan un conocimiento y experiencia directa al respecto, tal como se expone en Chernicoff y Echeverría (2012). Adicional a todo lo antes comentado, se ha encontrado escaso espíritu crítico en estudiantes de ingeniería, como se expone en Pérez et al. (2021), visto este espíritu como disposiciones, hábitos y rasgos del PC. Hay algunas investigaciones recientes para el caso colombiano, respecto de la evaluación e implementación de habilidades y estrategias con respecto a la implementación del PC en los estudiantes de ingeniería (Recalde, 2021), específicamente en competencias ciudadanas en algunas universidades privadas.

Toda la reflexión expresada en este capítulo (partiendo de una revisión de literatura) posibilita, fomentar la enseñanza del PC en los programas de ingeniería, considerando para ello a sus estudiantes desde la articulación a través de su espíritu crítico (actitudes, en términos de Siegel, 1980), por medio de estrategias del tipo didáctico, curricular y cognitivo, de igual modo implementar la aplicación de dichas estrategias a través de la RP (vista como la principal habilidad) en el escenario de aplicación del PC en ingeniería. Finalmente, se hace una ilustración como desde el contexto

internacional, se desea que el futuro profesional de la ingeniería se pueda desempeñar con un perfil tal que tenga unos atributos mínimos adicionales al componente técnico, entre los que se tiene el PC, tal como lo exigen algunas acreditadoras como ABET, y le garantice el ejercicio profesional en países distintos al de origen.

6.1. Estrategias para buscar un pensador crítico en ingeniería

Importante resaltar que la persona que identifica la importancia y la fuerza de convicción de las razones es identificada como un pensador crítico. Al evaluar planteamientos, posiciones y procedimientos o hacer juicios, el pensador crítico pretende razones en las que pueda basar su juicio, evaluación o valoración. El PC es, por lo tanto, un pensamiento basado en principios, y este debe ser imparcial, no arbitrario, objetivo y estar fundamentado en un tipo de prueba apropiada y debidamente evaluada. Por consiguiente, un pensador crítico es la persona que puede hacer evaluaciones (vistas como valoraciones) y emitir dictámenes sobre el soporte de las razones, y que comprende y se ajusta a las normas y fundamentos teóricos que rigen la fuerza de dichas razones. Con la finalidad de enseñar a los futuros ingenieros a ser unos pensadores críticos, entonces, se les debe instruir el cómo evaluar las razones, qué principios rigen dicha valoración y el por qué se cree que se deben cumplir dichos principios y fundamentos (Siegel, 1980).

Para que un estudiante de ingeniería sea un pensador crítico, este debe, además de lo que se ha mencionado antes, contar con una especie de actitud crítica o espíritu crítico. Esta actitud exige no solo la capacidad de buscar razones, sino un compromiso para buscarlas; no simplemente la capacidad de juzgar imparcialmente, sino la voluntad de juzgarlo (Siegel, 1980).

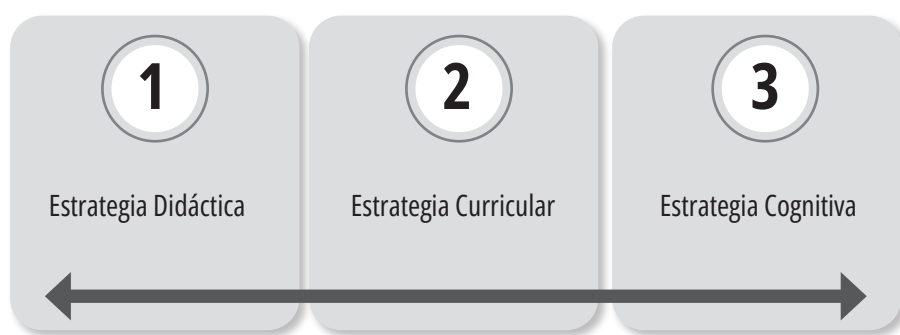
Cuando el estudiante de ingeniería se halle inmerso en su formación académica con una actitud crítica, debe estar idealmente capacitado para admitir el papel de la aleatoriedad, evaluar la calidad metodológica de los argumentos, comprender las diferencias entre correlación y causalidad, reconocer la naturaleza compleja y multicausal

de los eventos y percibir la importancia de la falsificación, tal como lo exponen Landa-Blanco & Cortés-Ramos (2021).

Al querer formar un pensador crítico en ingeniería, esto se podrá llevar a cabo con la participación de varias estrategias tales como didáctica, curricular y cognitiva, tal como se muestra en la figura 1, las cuales son comentadas a continuación.

Figura 1

Conjunto de Estrategias que contribuyen a formar un pensador crítico.



6.1.1. Estrategia didáctica

Se requiere que el docente guíe, genere y estimule la habilidad de PC en los estudiantes, a través del compromiso de estos con su profesión, por medio de varias actividades. Entre estas se tienen la tarea de la reflexión, las preguntas críticas, el aprendizaje auto-dirigido y la praxis en los cursos tradicionales, los cuales permiten que los estudiantes y sus profesores se involucren críticamente en los cursos de ingeniería y en las estructuras de pensamiento de la ingeniería. Así mismo, permitirá que los estudiantes construyan sus propios argumentos organizados y lógicamente cohesivos, proporcionando su elaboración sobre hechos o ideas y que contribuyen a detectar falacias si estas estuvieran. En términos de Siegel (1980), la enseñanza del PC debe adoptar dos componentes los cuales son el ético y el moral, de tal manera que a través de estos se puede inculcar en el alumno ciertos hábitos y disposiciones intelectuales, de tal manera que el estudiante asuma con madurez y responsabilidad todas sus decisiones.

El maestro debe permitir siempre a sus alumnos el hacer preguntas, y que le cuestionen sus reflexiones y reconocer el derecho del estudiante a: desafiar y exigir razones y justificaciones de lo que se enseña, a ejercer su juicio independiente y sus poderes de evaluación. Con el fin de fortalecer y expandir los potenciales de pensamiento en los estudiantes de ingeniería, se requiere aplicar un nuevo enfoque pedagógico como recurso educativo para promover el pensamiento de alto nivel, proporcionando cualidades de RP y de PC, de igual manera los dones de comunicación a ingenieros de todas las disciplinas (Elaby et al., 2022). Con tal efecto, se tendrán en cuenta las cuatro habilidades básicas del lenguaje, a saber: leer, escribir, hablar y escuchar.

Entre estos instrumentos de interlocución, se tiene tanto la lectura, como la escritura crítica. En el caso de la lectura, esta será la recomendada por el docente (bien sea de artículos científicos, capítulos de libro, memorias de eventos académicos o tesis de posgrado), lo cual le podrá permitir al estudiante identificar las ideas principales y secundarias, extraer conclusiones, generar razonamientos, emitir cuestionamientos, asumir posiciones, la comprensión de problemas, identificar la verdadera intención del autor incluyendo sus puntos de vista y contribuyendo finalmente con una forma de construcción de conocimiento.

Cuando el estudiante de ingeniería adquiere la cultura de la escritura crítica, este puede plasmar sus razonamientos, puede comunicar sus puntos de vista con los respectivos fundamentos, a pesar de que es una práctica no muy aceptada en su desempeño académico. Aquí el docente juega un papel del tipo persuasivo al tratar de poner en práctica la escritura crítica (como estudio de caso), buscando el verdadero objetivo como es el de comunicar el PC sobre su reflexión o problema en cuestión. Será de gran ayuda, cuando en su desempeño profesional deba entregar un informe, un resultado de evaluación y deba exponer sus motivos, razones y puntos de vista del porqué acepta o rechaza tal o cual proceso o procedimiento por medio de los diferentes proyectos de intervención en ingeniería (PDI en adelante). Estos vistos estos como un trabajo de aula, de semestre o de requisito de grado en los que se emite un concepto, se toma una decisión, se resuelve un problema de ingeniería en particular, etc.

Con la ayuda del fomento del debate en el aula por medio de la evidencia y opinión, se pueden poner en práctica las otras dos habilidades básicas del lenguaje (hablar y escuchar), tal como lo recomiendan Rodríguez-Dono y Hernández-Fernández (2021). Al estimular el debate, por medio de la participación en PDI, se pueden poner en práctica destrezas gerenciales con fundamento en la investigación. Por medio de este instrumento, el futuro profesional tiene la oportunidad de defender sus argumentos, como también desvirtuar los de otros, formular las preguntas en contexto y responder a los cuestionamientos a que tenga lugar, incluyendo la reflexión.

Dado el sustancial crecimiento que tienen hoy los contenidos digitales, estos deben de usarse como instrumento, para apoyar los diferentes proyectos de enseñanza del PC bajo enfoque TIC (Tecnologías de la información y de las comunicaciones) en la ingeniería, tal como se expone en Bircher (2021), y uno de esos contenidos digitales que favorece el debate es el foro virtual para la discusión de una temática en particular, puede ser en la plataforma Moodle.

La literatura recomienda que, desde las prácticas docentes, se pueden alentar a los alumnos a participar dinámicamente en su formación y a cultivar el PC por medio de la autoconfianza, la curiosidad, la capacidad analítica, el razonamiento y la apertura mental, y así ayudar a establecer el PC como un modo mental de acción. Cada institución deberá crear su propia estrategia, pues dependerá del tipo de estudiante que les llega a sus primeros semestres. Para ello deberá implementar un diagnóstico, fruto de la evaluación respectiva a los mismos estudiantes, teniendo en cuenta el PEI (Proyecto Educativo Institucional) y el PEP (Proyecto Educativo de Programa Académico). Importante recordar los aportes de Marín (2020), en los que destaca la importancia del PC en la enseñanza de la ingeniería y en la que argumenta que la educación de los ingenieros, por los desafíos del siglo XXI, debe incluir no solo habilidades técnicas, sino pericias del tipo social y ético.

6.1.2. Estrategia curricular

Se presenta un hilo conductor partiendo de la política institucional (PEI), pasando por el programa de ingeniería en especial (PEP) y llegando a los cursos en los cuales se desea implementar el PC mediante los PDI. El sistema educativo (visto como las facultades y

escuelas de Ingeniería), debe preparar y formar al futuro ingeniero con la finalidad de manejar la ambigüedad y la toma de decisiones basado en cambios anticipados, de la misma manera dotarlo de las herramientas y capacidades técnicas alineadas con el componente humanístico, pues este último es crucial al promocionar y valorar las necesidades reales (Dalal et al., 2021).

Este sistema debe permitir una educación más cualificada y así estimular nuevas opciones de aprendizaje en el proceso de formación académica, garantizando que este estudiante sea proactivo, además fomente una constante discusión argumentada en las distintas etapas de su formación. El PC no es algo que pueda ser enseñado desde el currículo, sino puesto en práctica por toda la organización de educación superior, ósea que sea tomado como política institucional por conducto del PEI.

Hoy se debe instruir a los alumnos la forma de aprender a pensar, procurando que estos desarrollen todos sus elementos cognitivos con plenitud, por medio de una adaptación a su plan de estudios respectivo. Al fomentar el espíritu crítico en la formación académica, desde el inicio de su programa de ingeniería, se le podrá garantizar a los futuros profesionales un alto nivel de competencia para poder: tomar decisiones, resolver problemas, el diseño de tácticas antes diferentes situaciones, herramientas para comprender espacios emocionales del tipo personal y así poder impulsar la seducción de los alumnos, a vincularse de forma activa y juiciosa de su mismo proceso de aprendizaje.

La enseñanza del PC implica, que se debe inculcar desde el aula el respeto por los demás, incluyendo sus opiniones. Disponer de tal manera, que los alumnos se conviertan en unos pensadores críticos, implica invitarlos a hacer preguntas, buscar evidencias, buscar y analizar alternativas, ser críticos con sus propias ideas como las de sus condiscípulos. En este orden de ideas, el docente facilita que el estudiante al actuar como un pensador crítico, se convierta en el juez de su proceso de enseñanza, ayudándoles a ser competentes en el ejercicio profesional (Siegel, 1980).

Es valioso tener claridad, que el PC es una apuesta institucional que debe permear todas las instancias del currículo (macro, meso y micro) a través de una teoría crítica, un juicio reflexivo en los análisis

de ciencia e Ingeniería, buscando un vínculo entre lo personal, lo técnico y lo social, de la misma forma estos planes deben apoyar y adecuarse a los cambios continuos y rápidos que se presentan en el mundo. Esto debe llevarse a cabo, poniendo en práctica una serie de ideas innovadoras, empresariales y sociales por medio de los cursos en los que se pueda implementar a través del PC, en medio del equilibrio en que se encuentra la humanidad, ósea entre el desarrollo ecológico y los retos socio ambientales que se generaron, lo cual es una recomendación de la European Society for Engineering Education [SEFI] (2016).

Es primordial que los estudiantes participen de diversas formas de experiencias (PDI), en las que se expongan a la toma de decisiones justificadas y éticas, haciéndolos sentir competentes y seguros. Se recomiendan integrar las asignaciones de RP y la escritura para la reflexión en los planes de estudio de ingeniería (Ralston & Bays, 2015; como se citó en Toro y Vidal, 2021). Esta escritura fomenta el PC en el estudiante a medida que se mejora su capacidad de comunicación. El currículo de ingeniería, aparte de sus conceptos racionales y técnicos, así como la transformación de ideas en productos, para el bien de la humanidad deberá propender por diversos marcos de análisis (desde varios enfoques), así como una actuación bajo un PC y un razonamiento práctico.

Se desea que las técnicas de instrucción, se centren en la participación de los alumnos en experimentos que les permita resolver problemas del mundo real y no se ubiquen en contenidos teóricos. Bajo una pedagogía crítica y de una forma esencial del PC en y sobre la ingeniería, son notables tres temas, a saber (Claris & Riley, 2013):

- Análisis de construcción de poder y conocimiento en ingeniería,
- Una conciencia epistémica crítica del método científico y de la razón positivista,
- Una práctica creativa que es a su vez reflexiva.

En el sistema educativo en contextos de ingeniería, la argumentación constante entre la educación y la práctica es notable y se puede resumir en la discusión de aptitudes y conocimientos. Existe evidencia de que los cursos diseñados con el fin de mejorar los conocimientos de PC pueden tener un efecto interesante en la retención

de los alumnos, por lo que les puede ayudar a comprender sus propias fortalezas y debilidades y, por lo tanto, buscar la orientación y los recursos adecuados para satisfacer sus necesidades.

6.1.3. Estrategia cognitiva

Es de suma importancia tener en cuenta que el PC es visto como una habilidad cognitiva (Paul & Elder, 2020; como se citó en Maksum et al., 2022) y una estrategia que se utiliza, entre otras cosas, para: aumentar la posibilidad de encontrar los resultados esperados, un pensamiento específico, razonado y orientado a objetos con la finalidad de resolver problemas, formular conclusiones, calcular probabilidades y tomar decisiones; las cuales son vistas como los principales campos de aplicación en contexto de la ingeniería.

Al enfatizar en la reflexión de los estudiantes, la metacognición, las preguntas críticas, el aprendizaje autodirigido y la praxis en los cursos tradicionales de ingeniería, los estudiantes y docentes se involucran críticamente en los diferentes campos y las estructuras de pensamiento de la ingeniería. Aquí no basta con que el alumno conozca nuevas y complejas teorías, sino que también las entienda, pues esto le permitirá una comprensión adecuada de la relevancia de las razones y las reglas de inferencia y evidencia al actuar como un pensador crítico (Siegel, 1980).

Las habilidades para resolver problemas son una de las actividades cognitivas más distintivas que los estudiantes de ingeniería practican durante su formación y que deben ser fomentadas desde el aula de clase. Estas habilidades les ayudan a participar fácilmente en la práctica profesional y les permiten la capacidad de pensar, utilizando sus capacidades racionales en dirección a desarrollar y formular las soluciones adecuadas para resolver algunos problemas complejos y multidisciplinarios que puedan salir en el sitio de trabajo, tal como lo menciona Elaby et al. (2022) en su investigación.

Si las estrategias cognitivas son vistas como procesos mentales, algunos de estos son puestos en ejecución por parte de los estudiantes que hoy pertenecen a la denominada Generación Z por medio del desarrollo exponencial de plataformas con contenidos digitales, pues estas personas que nacieron en este siglo están altamente calificadas en reporte de redes sociales y la internet tal como

se evidencia por la estrategia de contenido audiovisual (Caratozzolo et al., 2022).

Es interesante tener en cuenta que cuando el estudiante de ingeniería llega al resultado trascendental de un cálculo (aporte cuantitativo), este puede llegar a diferir cuando de por medio hay un juicio que permite llegar a una conclusión (aporte cualitativo). Siendo este el momento cuando el PC hace su mejor aporte.

El desarrollo de la Resolución de problemas es visto como un talento cognitivo esencial (considerada de alto nivel) en los graduados de cualquier programa de ingeniería que ingresan al campo laboral. La capacitación en aspectos cualitativos y cuantitativos les faculta conceptualizar y ejecutar soluciones a problemas complejos. Dichas soluciones en campos de estudio de alta consecuencia, como la ingeniería, requieren: un análisis rápido y preciso, el diseño de resultados (centrándose en la seguridad pública, la gestión ambiental y la ética), la ejecución y el monitoreo de dichos resultados.

6.2. Proyectos de intervención en ingeniería, bajo el PC

Con el objeto de poner en marcha las estrategias del tipo didáctico, cognitivo y curricular antes mencionadas, y poder fomentar y estimular las habilidades sobre PC en ingeniería, se recomienda la realización de un conjunto de PDI, donde el estudiante pueda evidenciar y experimentar, las destrezas y actúe bajo la figura del espíritu crítico. Estos proyectos, que involucran el PC, son:

- **Análisis de cifras y/o procesos:** A través de la evaluación y estudio de varias fuentes de indagación, tanto de las que entran (datos), como de las que salen (resultados) al sistema objeto de estudio, se le puede realizar un juicio y emitir una opinión o concepto. Por medio del procedimiento anterior se pueden generar y organizar conocimientos. Todo proyecto de ingeniería, implicará poder contar con una reporte o condiciones iniciales, así como encontrar unos resultados, y a ambos se les debe cuestionar tanto su unidad, cantidad (vista como magnitud), como el contexto respectivamente. Con esta notificación se

podrán evaluar los argumentos disponibles (los propios y los de los demás).

- **La toma de decisiones:** Después de realizar un análisis minucioso de la información disponible, se podrán emitir juicios fundamentados y soportados matemáticamente si es el caso y, por lo tanto, escoger la mejor decisión entre varias que se puedan presentar, tomando para ello variables del tipo financiero, político, ambiental y social.
- **Hacer un razonamiento:** Se hará partiendo de un propósito y apoyándose en supuestos, para intentar resolver un problema, emitir un juicio o explicar un fenómeno y/o proceso. Lo anterior se logrará por medio de una serie de preguntas, a las que se les debe de brindar varios puntos de vista. La información antes citada, contribuirá con el razonamiento objeto de análisis.
- **Realizar comparaciones e inferencias:** esto implicará llegar a conclusiones con criterios estructurados lógicamente. Estas conclusiones involucrarán unas consecuencias positivas y/o negativas a las que se les debe medir y analizar su impacto. Además, se podrán identificar patrones lógicos y relacionar los posibles contenidos con el ánimo de hacer confrontaciones.
- **Diseñar experimentos y dispositivos:** Es deseable que por medio del PC se pueda: hacer la simulación de fenómenos y/o procesos, la modelación matemática que contribuya a emitir conceptos o juicios argumentados con base científica y con ayuda de la tecnología y la creación de prototipos (modelos a escala). Estos diseños (o dispositivos) deben abordar como principal objetivo el bienestar humano, donde prevalezca el interés general sobre el específico, donde los valores de la variable en estudio en la salida del sistema correspondan a valores con restricciones (Dominio en términos matemáticos) que permitan optimizar la calidad de vida y el poder satisfacer las necesidades humanas. Se desea una total sincronización de los posibles efectos entre la comunidad, la tecnología y el medio ambiente.
- **Solución de Problemas en Ingeniería:** Siendo este el principal objetivo de la ingeniería, su tratamiento se verá con mayor detalle a continuación.

En tal sentido, si se tienen en cuenta los estudios que se han presentado, apoyándose específicamente en la matemática, Plaza et al. (2023b) proponen, proyectos no muy fáciles de atender (resolución de un problema, estudio de un fenómeno y/o proceso), de tal manera que sean analizados por grupos de alumnos, puedan recomendar una solución, algunas conjeturas, y emitan juicios de valor por medio de diferentes opciones a las que haya lugar.

6.3. RP de ingeniería bajo PC

De todos los anteriores PDI, el más valioso y relevante donde se centrarán los esfuerzos en este capítulo corresponde a la RP. Visto como el mayor objetivo del desempeño profesional de un ingeniero como miembro activo de una sociedad.

Se desea que el estudiante de ingeniería, se desempeñe como un buen pensador crítico al RP, haciendo uso de las competencias cognitivas (cualitativas y cuantitativas) por el cual propende el PEP (en el perfil de egreso), tal como lo recomienda el currículo respectivo y en el que no solo se llevan a la práctica los conocimientos técnicos, sino que también serán tenidos en cuenta aspectos del tipo ético y moral.

Por medio de la estrategia didáctica puesta en marcha, en los diferentes cursos del programa académico de ingeniería, se espera que el estudiante tenga las herramientas necesarias al implementar sus propias consideraciones y razonamientos bajo un orden lógico. Es de esperarse que del proceso de solución, se genere un informe escrito detallado, donde exprese sus diferentes puntos de vista y en el caso de tener varias opciones de solución, pueda plasmar el porqué de la mejor decisión tomada.

Cuando el futuro ingeniero, se disponga a resolver un problema, y al actuar bajo el espíritu crítico, se espera que los fundamentos y las razones que disponga para su solución sean objetivas, imparciales y obedezcan a una teoría bien soportada. Aquí la respuesta encontrada corresponderá a una valoración y a una simulación con los mejores efectos y resultados.

Es fundamental, retomar lo expuesto por Peña et al. (2022), los cuales mencionan que la tarea primordial del ingeniero es la RP usando para esto herramientas y tecnologías que involucren la lógica, las matemáticas, la abstracción, la física, la modelación, la simulación, el análisis gráfico (como diagramas de flujo multifuncionales, diagramas de bloque, mapas conceptuales y mentales, etc.) y sistemas de iteraciones u otras técnicas de solución como la prueba de ensayo y error, etc. Así mismo, en el proceso de RP en ingeniería, es muy notable poder contar con las habilidades expresivas necesarias del tipo verbal y no verbal (por ejemplo oral y escrita, o combinaciones de ellas) que permitan emplear un lenguaje adecuado y coherente a través de los símbolos (semiótica), las representaciones y las herramientas diseñadas para tal fin, usando las diferentes reglas lingüísticas que contribuyan en la emisión, revisión, interpretación, recepción y corrección de los mensajes a que haya lugar. Una forma de estas expresiones, está en los manuales, textos técnicos de procesos y procedimientos, donde la comunicación se debe dar de forma clara, concisa, breve y sin temor a dar mensajes ambiguos e incorrectos.

El estudiante de ingeniería, al actuar bajo la figura del PC, debe estar en capacidad de realizar su propio dictamen y poder establecer qué camino de solución tomar en las diferentes situaciones al enfrentarse a la RP. En la vida real, los problemas a resolver serán de distinta naturaleza, tales como técnicos, financieros, interpersonales y de otro tipo (o combinaciones de estos), donde muchos de estos problemas de ingeniería, los cuales la mayoría de las veces van a estar mal estructurados y serán complejos, contendrán múltiples objetivos en conflicto y estarán restringidos por condiciones tanto de ingeniería como de no ingeniería. En este orden ideas, cabe mencionar lo expuesto por Plaza et al (2023a), donde se expone como desde la Matemática, se puede fortalecer el PC en los estudiantes de ingeniería, fomentando sus actitudes y una mejor capacidad para argumentar, interpretar y emitir juicios de forma independiente, especialmente en la resolución de problemas.

Siempre se deben juzgar los medios y los fines de solución, pero con beneficio hacia la humanidad, según definición de la ingeniería (Giuliano et al., 2022). La creación de soluciones ideales de ingeniería dependerá con frecuencia de procesos mentales complicados y estructurados que necesiten evaluación, opinión e interpretación,

pues no todas las preguntas planteadas en ingeniería tienen una respuesta definitiva. Para enfrentar estos desafíos complicados, las habilidades de PC bien desarrolladas son esenciales, por lo que se han dividido en dos tipos de orden superior: Las primeras irán enfocadas a la vida profesional y cotidiana, al abordar desafíos y al emitir juicios, y las últimas estarán donde haya situaciones con diferencias mentales (por ejemplo, comparación, evaluación y justificación).

En el proceso de enseñanza de RP bajo PC, usando la intuición se debe propender por estimular la creatividad, la divulgación, generalización y la emisión de conceptos. Donde todas estas actuaciones deben llevarse a cabo con ética, pues juega un papel preponderante en la RP, bajo componentes técnicos y sociales, pues estos se integran por medio de valores morales, para tomar decisiones justas, transparentes, reales, coherentes y seguras, demás por las afectaciones que se pudieran presentar por la emisión de conceptos.

Algunos aspectos especiales a ser tenidos en cuenta en la RP, bajo el PC, serán:

- La evaluación e interpretación de la información objetiva y subjetiva (saliente y entrante) debe ser lógica, relevante y pertinente, que conlleven la generación de un nuevo conocimiento.
- Se debe hacer un análisis de conflicto de intereses creados entre los actores involucrados.
- Se deben medir, comprender y caracterizar los impactos a corto, mediano y largo plazo que acarreen dichas soluciones, incluyendo los sociales, económicos, ambientales, financieros, jurídicos, etc.
- Se deben evaluar las decisiones,
- Se deben analizar varios tipos de solución, en los que se analicen aspectos significativos como la relación Costo – beneficio, la efectividad, viabilidad de su ejecución y poder llevarla a feliz término, que sea consistente con las necesidades de los actores involucrados, etc.
- Se debe contribuir con la articulación, comprensión, y emisión de juicios del posible problema resuelto.

6.4. El PC desde contextos internacionales al formar ingenieros

Desde las políticas públicas de educación, se ha propendido por enmarcar dentro de criterios de calidad el desarrollo instructivo de los alumnos, por lo que se ha evolucionado en una estrategia de acreditaciones que permiten diferenciar el proceso formador entre programas académicos e instituciones. No obstante, lo anterior puede tener adeptos y detractores, pero es una realidad que el sistema ha impuesto y ha llevado a los actores de la educación a entrar en dinámicas de destrezas enmarcadas en el cumplimiento de indicadores. Sin embargo, rescatando las bondades de este entorno de competencia, se ha llegado a plantear desde referentes internacionales la posibilidad de concretar en términos de capacidades los mínimos deseables de un profesional, cualquiera que sea su ramo.

A nivel internacional nos encontramos con la International Engineering Alliance (IEA, en adelante) que mediante los acuerdos de Washington, Sídney y Dublín se configuró en un organismo sin ánimo de beneficio que asesora oficinas alrededor de todo el mundo y agrupa a 41 organizaciones que buscan promover la formación de los ingenieros en el mundo. Propone desde su seno una serie de aptitudes que deben poseer los profesionales de la ingeniería para alcanzar unos mínimos que les permitan a los individuos generar un aporte de valor a su entorno social, ambiental y económico a través de su desarrollo profesional. Su estructura ha permitido que reconocidas agencias internacionales de acreditación en Ingeniería tengan como soporte estas recomendaciones para construir lo que en diferentes ambientes se constituyen como salidas del estudiante; en el caso de Colombia esto sería el símil a Resultados de aprendizaje.

Para la IEA existen atributos o características que el profesional en ingeniería debe abordar y tener en cuenta en su formación, las cuales son: Profundidad requerida de conocimiento, Rango de requisitos conflictivos, Profundidad requerida de análisis, Familiaridad con los problemas, Alcance de los códigos aplicables, Alcance de la participación de las partes interesadas y requisitos conflictivos e Interdependencia (IEA, 2021). Se puede inferir al leer los atributos

anteriores que, en cada uno, el PC está presente como un elemento que aporta al profesional un escenario de suficiencia en el desempeño laboral y su interacción con el mundo.

Si tenemos en cuenta que como referente la IEA da orientaciones a diferentes organizaciones acreditadoras en el mundo, queda una clara tendencia en los programas de educación superior en Ingeniería de llevar los currículos a un proceso de transformación que permita acercar cada vez más el PC al estudiante de manera que le permita tomar mejores decisiones en escenarios cambiantes y retadores en términos socioambientales y por ende económicos. Ahora, importante retomar lo que algunas de estas acreditadoras internacionales como ABET ha identificado en la RP (Elaby et al., 2022), visto en cada uno de los resultados de aprendizaje que deben ser priorizados y donde se puede evidenciar la implementación del PC en los planes de estudio en ingeniería, en la cual se desea pueda contar con la capacidad de:

- Documentar, formular y solucionar inconvenientes de ingeniería,
- Aplicar diseño de ingeniería y poder satisfacer necesidades y bienestar en un contexto global, cultural, social, ambiental y económico,
- Comunicar efectivamente a una audiencia variada la información pertinente,
- Reconocer responsablemente la ética y la profesionalidad al hacer juicios, y en la que se consideren los impactos a las soluciones brindadas.
- Funcionar eficazmente con trabajo en equipo y bajo la figura de trabajo colaborativo al cumplir metas,
- Desarrollar y concluir experimentos, analizar e interpretar datos, que le permita emitir juicios, y
- Alcanzar y emplear nuevos entendimientos, usando con ese fin estrategias apropiadas de aprendizaje.

Cabe resaltar la importancia que se le da a la relación PC y a la ética, esta última vista como un elemento necesario en la formación de los estudiantes. Necesariamente, tener PC o su desarrollo, conlleva un escenario de toma de decisiones más ecuánime y equitativo en diferentes contextos que, por tanto, derivan en una práctica sana de la ingeniería mediada por un análisis multidimensional que permita tener impactos negativos limitados.

6.5. Conclusiones

En este capítulo, se logra hacer una divulgación de la pertinencia de poder contar con la formación de ingenieros bajo un esquema de PC, la cual se logra después de encontrar una serie de estrategias, que conllevan tener un sujeto formado con los estándares que exigen las acreditadoras internacionales, y que el mercado laboral hoy demanda, y en la que la reflexión encuentra aspectos destacados que a continuación son mencionados:

- Se ha demostrado que el estudiante que llega a los primeros semestres de los programas de ingeniería, adolece de la falta de habilidades, entre otras como el PC, especialmente cuando se enfrenta a la RP. De igual manera, recientes investigaciones han arrojado como resultado que el PC, tampoco es implementado de manera uniforme ni como curso, ni como parte integral de los contenidos curriculares en los planes de estudio, generando un inconveniente en el sector de la producción, el cual desea vincular a unos futuros ingenieros que cuenten con una formación integral. Pues, estos egresados cuentan con una excelente formación técnica y tecnológica, actuando bajo una estructura lógica, pero mínima en PC, ante los diferentes PDI mencionados.
- Al evidenciarse lo anterior descrito, es necesario fomentar el espíritu crítico en el futuro profesional de la ingeniería a través de disposiciones, hábitos y rasgos de carácter para que se pueda enfrentar a una actuación y a una asimilación de proceder bajo PC en los diferentes escenarios del desempeño de la ingeniería.
- La anterior situación motivó la oportunidad de recomendar una serie de estrategias del tipo Didáctico, Curricular y Cognitivo en la formación de ingenieros, para llevar a cabo el PC en la ingeniería

desde las aulas. En la primera de ellas es primordial resaltar el uso de las cuatro habilidades elementales usadas en la comunicación, ósea, la lectura, escritura, la escucha y el habla. En las del segundo tipo, se recomienda contar con la participación de la institución, el programa y los diferentes cursos a través del PEI y del PEP. Finalmente, con el aporte de la habilidad cognitiva se exponen los diferentes instrumentos para el análisis, el debate, la reflexión, la discusión de ideas propias y encontradas bajo una argumentación y razonamiento soportados. Todas estas estrategias permiten que el futuro ingeniero, las pueda poner en práctica en los diferentes PDI, tales como análisis de cifras, toma de decisiones, hacer comparaciones o RP entre otros.

- Aquí la RP será el principal objetivo del desempeño del ingeniero, donde al actuar bajo la figura del PC tendrá: una permanente evaluación de la información entrante y saliente del sistema a intervenir; tendrá una medición del impacto que causará la solución planteada (teniendo en cuenta aspectos del tipo ambiental, económico, social, etc.); valoración de los diferentes tipos de juicio, argumentos y posturas tanto propias como de los demás; la decisión sobre la mejor solución a tomar después de hacer un análisis objetivo ante todos los actores que participan.
- A través de la IEA, se hace una serie de recomendaciones a la acreditadoras internacionales de los programas de ingeniería (entre ellas ABET), en el sentido de que se incentive y fomente una serie de aptitudes, destrezas, habilidades y competencias al futuro ingeniero bajo un entorno social, económico y ambiental y por medio de unos atributos en los llamados resultados de aprendizaje.
- Finalmente, la literatura recomienda que hoy se formen a los ingenieros bajo una actuación de PC, con valores, creencias, principios, procedimientos y conductas, a través de una serie de acciones seguras, sostenibles y sustentables. Con este fin se tendrán en cuenta algunas características, elementos y estándares que debe tener un pesador crítico al desempeñarse como ingeniero en cualquiera de sus especialidades, que permitan sacar adelante y promuevan los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2015).

Referencias

- Ahern, A., O'Connor, T., McRuairc, G., McNamara, M., & O'Donnell, D. (2012). Critical thinking in the university curriculum—the impact on engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 37(2), 125-132. <https://doi.org/10.1080/03043797.2012.666516>
- Ahern, A., Dominguez, C., McNally, C., O'Sullivan, J. J., & Pedrosa, D. (2019). A literature review of critical thinking in engineering education. *Studies in Higher Education*, 44(5), 816-828. <https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1586325>
- Asamblea General, ONU (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. División de Objetivos de Desarrollo Sostenible: Nueva York, NY, EE. UU. https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_es.pdf
- Aznar, I. y Laiton, I. (2017). Desarrollo de Habilidades Básicas de Pensamiento Crítico en el Contexto de la Enseñanza de la Física Universitaria. *Formación universitaria*, 10(1), 71-78. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062017000100008>
- Bircher, N. L. (2021). *Los contenidos digitales en carreras de ingeniería como mediadores del aprendizaje significativo en los ingresantes a las carreras de ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Santa Fe*. [Tesis de maestría no publicada]. Universidad Nacional de Quilmes. <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/2964>
- Caratozzolo, P., Lara-Prieto, V., Hosseini, S., & Membrillo-Hernández, J. (2022). The use of video essays and podcasts to enhance creativity and critical thinking in engineering. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 16(3), 1231-1251. <https://doi.org/10.1007/s12008-022-00952-8>
- Chernicoff, L., y Echeverría, E. (2012). ¿Por qué enseñar ciencia a través de la indagación? Un caso en la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM). *Educación química*, 23(4), 433-450. <https://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v23n4/v23n4a4.pdf>
- Clarís, L., & Riley, D. (2013). Situation critical: Critical theory and critical thinking in engineering education [career advisor]. *IEEE Women in Engineering Magazine*, 7(1), 32-36. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6515012>

- Dalal, M., Carberry, A., & Archambault, L. (2021). Developing a Ways of Thinking Framework for Engineering Education Research. *Studies in Engineering Education*, 1(2). <http://doi.org/10.21061/see.38>
- Elaby, M. F., Elwishy, H. M., Moatamed, S. F., Abdelwahed, M. A., & Rashiedy, A. E. (2022). Does design-build concept improve problem-solving skills? An analysis of first-year engineering students. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(6), 101780. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101780>
- European Society for Engineering Education. (2016). *Developing Graduate Engineering Skills*. <https://www.sefi.be/publication/position-paper-on-engineering-skills/>
- Giuliano, H. G., Giri, L. A., Nicchi, F. G., Weyerstall, W. M., Ferreira Aicardi, L. F., Parselis, M., & Vasen, F. (2022). Critical Thinking and Judgment on Engineer's Work: Its Integration in Engineering Education. *Engineering Studies*, 14(1), 6-16. <https://doi.org/10.1080/19378629.2022.20420032>
- International Engineering Alliance-IEA. (2021). Graduate Attributes and Professional Competences. <https://www.ieagrements.org/assets/Uploads/IEA-Graduate-Attributes-and-Professional-Competencies-2021.1-Sept-2021.pdf>
- Landa-Blanco, M., & Cortés-Ramos, A. (2021). Psychology students' attitudes towards research: the role of critical thinking, epistemic orientation, and satisfaction with research courses. *Heliyon*, 7(12), 0-5. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08504>
- Maksum, H., Yuvenda, D., & Purwanto, W. (2022). Improvement of Metacognitive and Critical Thinking Skills through Development of a 'Teaching Factory Based on Troubleshooting'(TEFA-T) Model in Automotive Vocational Learning. *Journal of Turkish Science Education*, 19(3). <https://www.tused.org/index.php/tused/article/view/1831/807>
- Marin, L. (2020). Ethical reflection or critical thinking? Overlapping competencies in engineering ethics education. *Engaging Engineering Education: Book of Abstracts*, 1354-1358. <https://www.4tu.nl/cee/Publications/443-sefi2020-marin.pdf>
- Paul, R. & Elder, L. (2006). *Critical thinking: Tools for taking charge of your learning and your life*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Peña, T., Villalobos, A., Rodríguez, M., Estrada, N., Triana, C., Venegas, P. y Martínez, F. (2022). Habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de Ingeniería de Sistemas en moda-

- lidad virtual. *CITAS: Ciencia, innovación, tecnología, ambiente y sociedad*, 8(2), 2. <https://doi.org/10.15332/24224529>
- Pérez, A. M., Rodríguez, M. G., Lozada, J. A. D., Rangel, M. Á. G. y González, Y. T. (2021). Necesidad de valorizar el desarrollo del pensamiento lógico en la enseñanza de la ingeniería. *Revista Referencia Pedagógica*, 9(1), 3-14p. <https://rrp.cujae.edu.cu/index.php/rrp/article/view/223>
- Plaza, L., Gonzáles, J., & Moreno, D. (2023a). Strengthening Critical Thinking in Engineering Students through Mathematics: The Power of Attitudes. *Journal of Hunan University Natural Sciences*, 50(7). <https://doi.org/10.55463/issn.1674-2974.50.7.18>
- Plaza, L., Vásquez, E. y De Los Ríos, J. (2023b). Algunas habilidades que debe tener un estudiante de ingeniería, como pensador crítico, desde la Matemática. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 36(1), p. 41 – 49. clame.org.mx/documentos/alme36_1.pdf
- Qamar, S. Z., Arunachalam, R., & Qamar, S. B. (2021, July). A Critical Thinking Paradigm for Materials and Manufacturing Education. In *2021 ASEE Virtual Annual Conference Content Access*. <https://peer.asee.org/a-critical-thinking-paradigm-for-materials-and-manufacturing-education>
- Recalde, D. (2021). *Estrategia para el fortalecimiento de las competencias ciudadanas de los estudiantes de Ingeniería en Colombia. Propuesta a partir de la revisión de las Pruebas Saber Pro en tres universidades privadas con vecindad de comparación*. [Tesis de doctorado no publicada]. Universidad de la Salle. https://ciencia.lasalle.edu.co/doct_educacion_sociedad/49
- Rodríguez-Dono, A., & Hernández-Fernández, A. (2021). Fostering Sustainability and Critical Thinking through Debate—A Case Study. *Sustainability*, 13(11), 6397. <https://doi.org/10.3390/su13116397>
- Siegel, H. (1980, November). Critical thinking as an educational ideal. In *The Educational Forum* (Vol. 45, No. 1, pp. 7-23). Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.1080/00131728009336046>
- Soria-Barreto, K. L. y Cleveland-Slimming, M. R. (2019). Percepción de los estudiantes de primer año de ingeniería comercial sobre las competencias de pensamiento crítico y trabajo en equipo. *Formación Universitaria*, 13(1), 103-114. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000100103>

- Toro, Y. y Vidal, E. (2021). Hacia el desarrollo de habilidades cognitivas y disposiciones afectivas del Pensamiento Crítico en estudiantes de Ingeniería: una experiencia en redacción de artículos para conferencias. En *19th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*. <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.521>
- Ubillus, P. (2021). *El aprendizaje colaborativo y el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes del curso de operaciones unitarias de la Carrera de Ingeniería Industrial de una Universidad Particular de Lima*. [Tesis de maestría no publicada]. Universidad Nacional de Educación. <https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/5930>
- Van Damme, D., & Zahner, D. (2022). *Does Higher Education Teach Students to Think Critically?* Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/cc9fa6aa-en>

Formando pensamiento crítico desde la física para la ingeniería

*Developing critical thinking skills
from physics for engineering*

Luisa Fernanda Cabezas Burbano

<https://orcid.org/0000-0002-5593-4439>

Jonás Torres Montealbán

<https://orcid.org/0000-0001-7044-1918>

7

Unidad Central del Valle del Cauca
Universidad Autónoma Chapingo

Autor para correspondencia: Luisa Fernanda Cabezas Burbano,
E-mail: lcabezas@uceva.edu.co

Resumen

En este capítulo, se aborda el progreso y la ejecución de un enfoque de enseñanza en el ámbito de la física, orientado al fomento de cuatro destrezas relacionadas con el pensamiento crítico: análisis, interpretación, razonamiento y aplicación de investigación-acción. En el transcurso de esta sección, se proporcionan instancias de propuestas didácticas interactivas. En este contexto, mediante la aplicación de procesos investigativos e indagatorios de tipo empírico, los fenómenos físicos son observados y experimentados por los estudiantes, permitiéndoles compartir sus perspectivas. Posteriormente, se realiza un análisis grupal y se construyen cimientos conceptuales antes de emprender la fase formal de su proceso de formación.

Palabras clave: experimentación, ciencias básicas, física, ingeniería, pensamiento crítico

Abstract

In this chapter, the progress and implementation of a teaching approach in the field of physics are addressed. This approach aims to promote four skills related to critical thinking: analysis, interpretation, reasoning, and the application of research-action. Throughout this section, instances of interactive teaching proposals are provided. In this context, through the utilization of investigative and inquisitive processes, physical phenomena are observed and experienced by students, enabling them to share their perspectives. Subsequently, a group analysis is conducted, and conceptual foundations are laid before embarking on the formal phase of their educational process.

Keywords: experimentation, basic sciences, physics, engineering, critical thinking

Introducción

El pensamiento crítico es una habilidad fundamental que debe ser desarrollada por los ingenieros en Colombia y en todo el mundo. Se trata de la capacidad de analizar y evaluar información de manera objetiva y rigurosa para tomar decisiones informadas. En las carreras de ingeniería, el pensamiento crítico es esencial para solucionar problemas complejos y desafiantes (Camargo y García, 2009).

La ingeniería es una profesión en constante evolución, y los ingenieros deben estar capacitados para adaptarse a los cambios y para abordar nuevos desafíos con un enfoque crítico. Esto les permite ser más innovadores y eficientes en su trabajo, y les da una ventaja competitiva en el mercado laboral. Además, el pensamiento crítico también es crucial para garantizar la seguridad y la calidad de los productos y servicios que se desarrollan en el campo de la ingeniería (Giribet, 2005).

En Colombia, así como en otros países, las carreras de ingeniería están en auge y ofrecen una gran variedad de oportunidades de empleo y de crecimiento profesional. Sin embargo, para aprovechar al máximo estas oportunidades, es necesario que los ingenieros desarrollen habilidades críticas que les permitan competir en el mercado global. Más aún, en países con desafíos sociales y económicos, es importante que los ingenieros tengan un enfoque crítico para abordar estos desafíos de manera efectiva y responsable (Araujo, 2020).

A lo largo de sus estudios, los ingenieros deben recibir una formación que les enseñe a pensar críticamente. Esto incluye la exposición a una amplia variedad de información y perspectivas, la participación en discusiones y debates, y la resolución de problemas que les permitan aplicar sus conocimientos y habilidades de manera crítica. También es importante que los ingenieros tengan la oportunidad de desarrollar habilidades de comunicación efectiva para transmitir sus ideas y soluciones a otros (Camargo y García, 2009).

Es así que se puede decir que el pensamiento crítico es un componente clave para el éxito en las carreras de ingeniería. Al desarrollar esta habilidad, los ingenieros pueden resolver problemas complejos

de manera efectiva, ampliar las oportunidades laborales y profesionales y hacer una contribución positiva a la sociedad (Gómez et al., 2020).

El pensamiento crítico abarca todas las ciencias exactas, básicas, humanas y aplicadas. En este capítulo del Libro Pensamiento Crítico, se presenta una propuesta para los estudiantes de ingeniería basada en una de las ciencias básicas: La Física. En la ciencia física, el pensamiento crítico se utiliza para evaluar argumentos y teorías, identificar problemas y buscar soluciones. En este contexto, el pensamiento crítico permite a los ingenieros analizar y comprender los principios fundamentales de la física y cómo se aplican a sus proyectos (Cangalaya, 2020). Por ejemplo, un ingeniero puede utilizar el pensamiento crítico para evaluar diferentes opciones de diseño y seleccionar la mejor solución para un problema particular. También es esencial en la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías y soluciones innovadoras (Cangalaya, 2020).

El objetivo principal de este capítulo es presentar propuestas basadas en experiencias vivenciales y resultados obtenidos por la Unidad Central del Valle del Cauca, UCEVA, Colombia y la Universidad Autónoma Chapingo, UACH, México en el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes de ingeniería/licenciatura basado en pedagogía interactiva-vivencial.

7.1. La física en la ingeniería

A continuación, se expondrán una serie de herramientas pedagógicas que han sido integradas en el entorno académico y que han posibilitado el fomento del pensamiento crítico en las materias relacionadas con las ciencias básicas-física.

7.1.1. Aproximación al pensamiento crítico

La educación es la herramienta más poderosa que el ser humano pueda tener; cada vez que se ingresa al salón como docente o como estudiante siempre se encuentra presente la convicción de aprender. La educación es actualmente concebida como bidireccional, el docente-estudiante aprenden juntos y construyen en el aula conocimiento compartido académico-social.

Pensar es una actividad natural y espontánea para los seres humanos. Todos los pensamientos que surgen en nuestra mente en un momento dado son innatos en la especie humana; en otras palabras, nadie puede enseñar a alguien a pensar, pero se sugiere que los patrones de pensamiento pueden ser modificados para aumentar su eficacia. El pensamiento es un laboratorio donde se hacen preguntas y se encuentran respuestas, un lugar donde convergen perspectivas teóricas y prácticas. Pensar es un acto humano desarrollado desde el nacimiento, pero pensar profunda y reflexivamente para decidir qué creer y qué hacer, es una experiencia vivencial que se desarrolla con el paso de los años. El pensamiento crítico está motivado por el deseo de aprender, de entender cómo funciona la vida (Lucía et al., 1993).

La perspectiva de Ennis es aún más amplia porque, además, indica que el pensamiento crítico abarca conjuntos de habilidades que incluyen la aclaración de términos y aspectos controvertidos, la identificación de elementos de un argumento, la evaluación de la confiabilidad de la evidencia, la aplicación del razonamiento procesal para inferir, manejar argumentos y emitir juicios válidos (Ennis, 2005).

Los niños están naturalmente inclinados a pensar críticamente. Al ir más allá de los límites étnicos, clase social, género y circunstancias específicas, los niños ingresan a un mundo de maravillas y lenguaje, absortos en la búsqueda del conocimiento. A veces quieren saber tanto que hacen preguntas una y otra vez, preguntando quién, qué, cuándo, dónde, cómo y por qué en la vida. En busca de respuestas, casi, aprenden a pensar instintivamente. Desafortunadamente, la pasión de los niños por pensar muchas veces termina cuando se enfrentan a un mundo que solo quiere educarlos en el conformismo y la obediencia. Muchos niños aprenden muy temprano que pensar es peligroso. Adicionalmente, estos niños dejan de disfrutar el proceso de pensamiento y comienzan a temer de la mente pensante. Sería mejor quedarse en casa, con los padres enseñándoles, a través del modelo de disciplina y castigo, en lugar de tener autoconciencia y autodeterminación, o en escuelas donde el pensamiento independiente no se considera un comportamiento aceptable, es así que la mayoría de los niños aprenden a olvidar que pensar es una actividad divertida y atractiva (Bejarano y Mafla, 2019; Tamayo, 2012).

7.1.2. Pensamiento crítico en el entorno del aula

Según Castiblanco, la función principal de la educación debe ser hacer que cada individuo se comprenda a sí mismo, tarea difícil cuando los sistemas educativos se enmarcan en una visión de aprendizaje de contenidos más que en una visión de persona integral (Castiblanco, 2019). En el mismo sentido, Gardner afirma que la misión de los docentes es tratar de cambiar la mente de los estudiantes, desarrollar un pensamiento crítico y reflexivo sobre la vida. Además de enseñar a aprender, las escuelas también deben promover a la persona en su totalidad. No se puede aprender a pensar, simplemente animando a los estudiantes a actuar. Se deben enseñar procedimientos, movimientos psicoconductuales y metacognitivos y cómo aplicarlos a una tarea específica (Emst-Slavit, 2001).

Cuando los estudiantes ingresan a las clases universitarias, la mayoría de ellos tienen miedo de pensar. Por lo tanto, las personas que no tienen ese miedo a menudo vienen a clase con la suposición de que no tienen que pensar que todo lo que tienen que hacer es procesar la información y manifestar esta cuando sea necesaria. En el espacio de la educación superior tradicional, los estudiantes se encuentran una vez más en un mundo donde se desalienta el pensamiento independiente. Afortunadamente, hay clases en las que algunos profesores enseñarán la práctica a mano alzada. En estos espacios, el pensamiento, especialmente el pensamiento crítico, es primordial. Los estudiantes no se convierten en pensadores críticos de la noche a la mañana. Es necesario, recordar y/o aprender a aceptar la alegría y el poder del pensamiento mismo (Gómez-Gómez y Botero-Bedoya, 2020).

Una estrategia de aprendizaje encaminada a recuperar en el estudiante la voluntad de pensar y querer alcanzar la plena conciencia de sí mismo es la pedagogía interactiva (Aparici y Silva, 2012; Cangalaya, 2020). El objetivo principal de esta pedagogía es enseñar a los estudiantes a pensar críticamente.

Hasta el momento, está claro que el pensamiento crítico es una de las habilidades más importantes de nuestro tiempo, pero incluso si los maestros planean promoverlo entre sus alumnos, estos requieren de una preparación especial. Si bien, es vital tener estu-

diantes críticos y propositivos, no todas las estrategias se vuelven universales para desarrollar estas habilidades, por lo que significa que se deben hacer esfuerzos en ambos lados, y se debe reorientar los enfoques tradicionales centrados en el contenido y los resultados en favor de otros enfoques que involucren más procesos y el uso de conocimientos asimilados.

De acuerdo con Araujo (2020):

La Ley 30 de 1992 establece que los programas de pregrado preparan para el desempeño de ocupaciones, para el ejercicio de una profesión o disciplina determinada, de naturaleza tecnológica o científica o en el área de las humanidades, las artes y la filosofía. También son programas de pregrado aquellos de naturaleza multidisciplinaria, conocidos también como estudios de artes liberales, entendiéndose como los estudios generales en ciencias, artes o humanidades, con énfasis en algunas de las disciplinas que hacen parte de dichos campos. (p. 5)

En Colombia, según Araujo, “para el año 2020 hay 1.050 programas profesionales de ingeniería activos registrados, correspondientes a 116 nombres de programa de ingeniería, impartidos en 173 Instituciones de Educación Superior, en 79 municipios de 28 departamentos del país (incluido Bogotá D.C.), lo que indica una cobertura de más del 84% del territorio colombiano”. Según, la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI, en el año 2018-2, el total de estudiantes matriculados en todos los programas universitarios de pregrado en Colombia fue de 1’503.502 de los cuales los estudiantes matriculados en los programas de pregrado en ingeniería fueron de 348.258 correspondientes al 23.16% (Araujo, 2020).

Una situación similar ocurre en México, según el Observatorio de la Ingeniería, las licenciaturas en Ingeniería han representado del orden del 24% del total de la matrícula de estudiantes de licenciatura del país (Avitia y Uriarte, 2017).

Los porcentajes: 23.16% para Colombia y el 24% para México representan un indicativo de la elección de los estudiantes universitarios para los años precedentes y posteriores en cada uno de estos

países por las carreras de ingenierías/licenciaturas en Ingeniería. A pesar de esto, en las instituciones de educación superior, se presenta el fenómeno de una baja eficiencia de finalización de los estudios universitarios, principalmente en los estudiantes de ingeniería. Entre las diferentes situaciones que se pueden presentar y que llevan al estudiante a abandonar las carreras universitarias o cambiar de carrera, se presentan las situaciones académicas, principalmente producto de las falencias conceptuales y de aprendizaje previos al ingreso a la universidad. Entre las asignaturas que incrementan esta deserción se encuentran: las ciencias exactas y las ciencias básicas, a saber, matemáticas, física, química y biología. Además de lo anterior, se incluye en este comportamiento la alta frustración de muchos jóvenes, por querer comprender sin conocer, lo que se convierte en una barrera e impedimento para completar la formación profesional (Pérez y Chamizo, 2016).

Investigaciones relacionadas con estrategias para la comprensión de fenómenos, experimentación, herramientas tecnológicas, estrategias pedagógicas y demás, son desarrolladas a lo largo de innumerables instituciones de educación superior para disminuir estos comportamientos en los estudiantes universitarios. Cada una de las cuales, presenta acorde a su población de estudiantes, estrategias específicas que conduzcan a la mejora de la situación de deserción actual. No obstante, la particularidad de estas estrategias, sugiere que cada institución debe adaptarse a las condiciones sociales, económicas y académicas específicas del área geográfica en la que se ubica (Gaviria y Grisales, 2013; Mallo y Bertazzi, 2019; Patiño et al., 2012).

Es así que, en este capítulo se plantea en forma general una propuesta pedagógica inicialmente específica a dos universidades (UCEVA, UACH) que ataca las falencias descritas en el campo de la física en los programas de ingeniería/licenciatura de ingeniería, pero que se puede abordar para todas las áreas de la educación. Esta propuesta plantea el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes de Ingeniería como herramienta principal para cambiar la realidad de los mismos, mejorar su situación social, darles la oportunidad de ser creativos, resolver problemas y participar en la construcción del futuro.

7.1.3. Volviendo a ser niños

Este capítulo estará dedicado a las ciencias físicas, una de las materias fundamentales de ingeniería, y en cómo los estudiantes, con base en estrategias experimentales colaborativas, comprenden, analizan, investigan y sacan conclusiones, que los llevan a generar un pensamiento crítico, adquirir conocimientos, pero también comprender y reflexionar sobre lo estudiado (Bejarano y Mafla, 2019). Al ingresar a ingeniería, los estudiantes tienen conocimientos de física que aprendieron en la escuela secundaria, como unidades de medida, errores, mecánica de partículas, electromagnetismo y, en algunos casos, óptica y mecánica cuántica. La tendencia pedagógica de centrarse en realizar manipulaciones mecánicas para resolver fórmulas hace de la física una tarea irreflexiva que no contribuye al desarrollo de los conceptos de las materias, donde los fenómenos y su comprensión quedan relegados a un segundo plano (Castiblanco y Vizcaíno, 2006).

Este conocimiento previamente adquirido inicia la aplicación del conocimiento matemático en la resolución de problemas de ingeniería utilizando el pensamiento crítico y métodos complejos de resolución de problemas. Aunque la secundaria es el primer eslabón para desarrollar el pensamiento crítico, muchos estudiantes se frustran al no entender que las matemáticas son el lenguaje de la física y la física es la ciencia que permite entender el mundo desde lo fundamental (Fonseca y Castiblanco, 2020).

A continuación, se presentan algunas estrategias de éxito desarrolladas para la enseñanza de la física en las carreras de ingeniería trabajadas a través de la experiencia de dos universidades, la Unidad Central del Valle del Cauca, Colombia y la Universidad Autónoma Chapingo, México, en estas, se analiza las situaciones particulares presentadas en cada institución y se concluye conforme al avance de los estudiantes en la formación del pensamiento crítico.

7.2. Experiencia 1: Unidad Central del Valle del Cauca, Colombia

La Unidad Central del Valle, se encuentra localizada en Tuluá, Valle del Cauca, Colombia. Es una universidad pública de aproximadamente 7000 estudiantes, que cubre población estudiantil de los departamentos de Chocó, Nariño, Cauca, Putumayo y Valle del Cauca. En esta, se ofrecen 6 ingenierías así: Ingeniería Agropecuaria, Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Ambiental, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Industrial e Ingeniería Biomédica. Todas estas Ingenierías presentan en su currículo un ciclo de formación básica que incluye ciencias básicas y ciencias exactas, además de otras asignaturas.

En investigaciones realizadas por Plaza-Gálvez, para la UCEVA, los estudiantes de las carreras de Ingeniería, presentan un alto grado de dificultad cognitiva y en grado menor deserción, debido a la falta de conocimientos previos (básica secundaria) en las áreas de matemáticas que llevan al estudiante no solo a tener dificultades en las ciencias exactas sino también en las ciencias básicas, principalmente en las ciencias físicas (Plaza, 2016).

Debido a esto, en las carreras de Ingeniería de la UCEVA, se han desarrollado desde cursos de inducción a estudiantes de primer semestre, monitorias, clases adicionales, proyectos integradores, estrategias pedagógicas innovadoras, entre otras, con el fin del subsanar las dificultades presentadas por los estudiantes desde el punto de vista académico y que impiden el adecuado desarrollo de los cursos.

A continuación, se presentan dos estrategias pedagógicas interactivas, implementadas en los cursos de física 2 y física 3 de las carreras de ingeniería en la UCEVA entre el año 2021-1 hasta el año 2022-2 (primer y segundo semestre de cada año). El objetivo principal de estas estrategias es infundir y/o desarrollar el pensamiento crítico en los estudiantes sobre la base de volver a ser niños, es decir, descubrir quién, qué, cuándo, dónde y cómo -encontrar respuestas a preguntas eternas, preguntas de niños curiosos- y con este conocimiento determinar qué es lo más importante, bajo la premisa, que identificar “lo que es esencial” resulta fundamental en el proceso de pensamiento crítico.

Desde el año 2021, en cada semestre se realiza un diagnóstico inicial de conocimientos con los cursos de física 2 y física 3 de la UCEVA. La prueba diagnóstica es una prueba de conceptos básicos de física basada en conocimientos previos adquiridos y estudios de casos. A partir de los resultados obtenidos, se encuentra en forma reiterativa, qué obstáculos como la falta de conocimientos y herramientas en el lenguaje matemático y en el pensamiento lógico-matemático, como lo manifiesta Plaza, conlleva dificultades asociadas no solo a las matemáticas (I, II, III, IV) sino también a las ciencias básicas, principalmente a la física (I, II y III).

A continuación, se presentan dos ejemplos de redacción de secuencias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en ingeniería a través de la física. En estas, se plantea dos experiencias de aula basadas en cinco fases denominadas propuestas de la espiral del conocimiento:

7.2.1. Fase curricular

En esta fase se analiza el contenido matemático-físico de los cursos de ingeniería, el nivel de competencias matemáticas como lenguaje de la física, que tienen los estudiantes al ingresar a la carrera de ingeniería. Adicionalmente, en esta fase se busca establecer objetivos de aprendizaje claros, definir las habilidades y competencias críticas que se quieren desarrollar y que promuevan el pensamiento crítico en los estudiantes.

7.2.2. Fase didáctica-interactiva

Esta fase plantea un proceso estructurado de desarrollo de habilidades basado en experimentos, experiencias personales, proyectos para la transferencia de conocimiento. La fase didáctica-interactiva en el pensamiento crítico se refiere a la implementación de estrategias didácticas y actividades que promuevan la interacción y el diálogo entre los estudiantes, y que fomenten el desarrollo de habilidades críticas en un ambiente colaborativo. Esta fase involucra una variedad de métodos de enseñanza, incluyendo debates, discusiones, actividades de resolución de problemas, proyectos en grupo, etc.

7.2.3. Fase cognitiva

Se refiere al proceso de análisis y evaluación de la información disponible, con el fin de llegar a conclusiones fundamentadas y bien sustentadas. En esta fase, es importante desarrollar habilidades cognitivas como la observación, la interpretación, la inferencia y la evaluación crítica. Se deben identificar y analizar los datos relevantes, evaluar la calidad y fiabilidad de las fuentes de información, y considerar diferentes perspectivas y puntos de vista.

7.2.4. Fase de comunicación

Implica el intercambio de ideas, información y argumentos, así como la escucha activa y la comprensión de las perspectivas de los demás. Es crucial que se fomente un ambiente en el que se pueda hablar con libertad y respeto, en el que las ideas y opiniones sean valoradas y discutidas de manera constructiva y sin prejuicios. En esta fase, se debe trabajar en equipo para presentar los hallazgos y conclusiones obtenidos en el análisis de la información. Es importante que se presenten argumentos claros y convincentes, respaldados por evidencias sólidas y lógicas, de manera que se puedan establecer conclusiones bien fundamentadas. También se debe estar dispuesto a escuchar y considerar los argumentos de los demás, y a discutirlos de manera objetiva y crítica.

7.2.5. Fase reflexiva

En esta etapa se lleva a cabo un análisis y cuestionamiento de las creencias, valores y supuestos individuales, con el propósito de alcanzar una comprensión más profunda tanto de uno mismo como del entorno circundante. Durante este proceso, se realiza una reflexión acerca de las vivencias, se evalúa la manera en que han sido interpretadas y se ponen en entredicho las conclusiones alcanzadas. La fase reflexiva involucra una mente receptiva y adaptable, con la capacidad de considerar diversas perspectivas y de cuestionar las propias convicciones y predisposiciones.

Con base en las 5 fases descritas anteriormente, en la asignatura de física-óptica, se redactó y ejecutó la siguiente experiencia para el desarrollo de pensamiento crítico en los estudiantes de cuarto semestre de la carrera de ingeniería electrónica.

Inicialmente, se le planteó al estudiante ¿Cómo podemos medir la velocidad de la luz en un medio material dado?, luego de unos minutos para discutir en pequeños grupos, los estudiantes, dieron su respuesta a la pregunta y explicaron su pensamiento detrás de esta. Después de escuchar todas las respuestas, se proporcionó una descripción teórica de cómo se mide la velocidad de la luz en un medio material y un experimento simple que los estudiantes puedan realizar para determinar esta velocidad. Los estudiantes realizaron el experimento y midieron la velocidad de la luz en el medio (Figura 1c). Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, los estudiantes discutieron si estos son consistentes con la teoría que se les proporcionó. Para dar por finalizada la actividad, los estudiantes reflexionaron sobre lo que aprendieron y cómo su pensamiento crítico se desarrolló a través de la misma.

Con el desarrollo de esta actividad, los estudiantes desarrollan su pensamiento crítico al pensar en cómo medir la velocidad de la luz, experimentar para obtener un resultado y comparar su resultado con la teoría. También les permite reflexionar sobre su aprendizaje y el desarrollo de su pensamiento crítico a través de esta actividad.

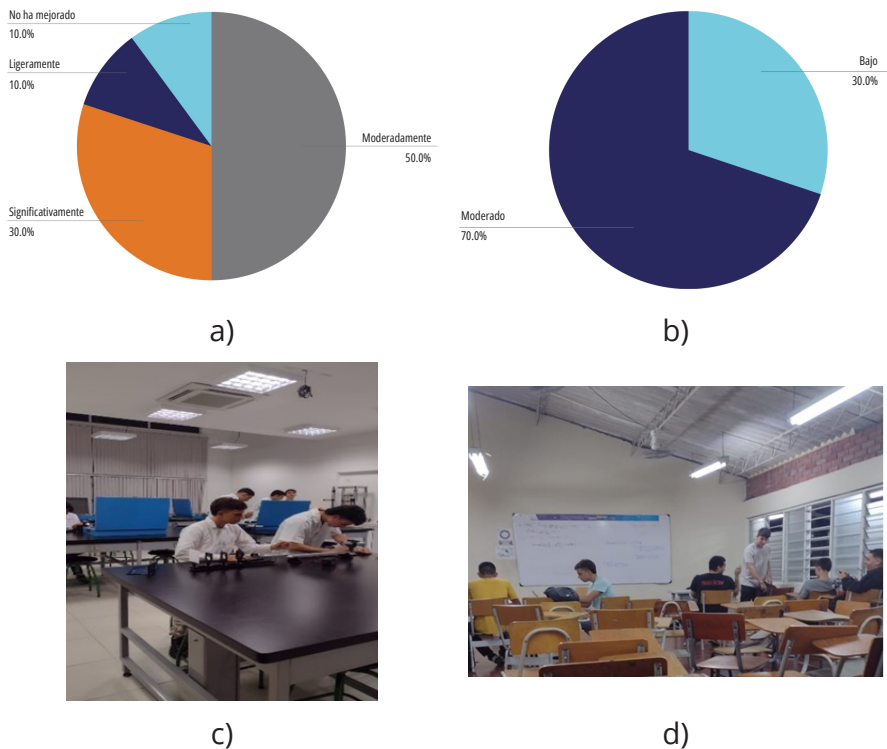
Siguiente ejemplo:

Inicialmente, se realizó la siguiente pregunta a los estudiantes: ¿Por qué un objeto parece más grande cuando está cerca de nosotros en comparación con cuando está lejos de nosotros? Después de unos minutos de discusión en pequeños grupos, se solicitó que cada grupo presente su respuesta. Una vez todos los grupos exponen sus soluciones, se suministra una descripción teórica que explica por qué los objetos tienden a parecer más grandes cuando se encuentran cercanos y más pequeños cuando se hallan distantes. A continuación, se disponen dos objetos de dimensiones distintas y se los coloca a diversas distancias respecto a una hoja de papel. Se solicita al estudiante que observe el efecto resultante. Posteriormente, se le pide al estudiante que repita el experimento, analice los resultados y los debata, considerando su concordancia con la teoría proporcionada. Una vez concluida la actividad, se les insta a los estudiantes a reflexionar acerca de lo aprendido y sobre la actividad en su conjunto.

La anterior actividad permite a los estudiantes desarrollar su pensamiento crítico al pensar en la perspectiva, experimentar para obtener un resultado y comparar su resultado con la teoría. En la Figura 1, se presenta el resultado obtenido a partir de las encuestas de percepción realizadas previas y posterior a las actividades realizadas.

Figura 1

Actividad realizada con el programa de ingeniería electrónica, UCEVA, consolidado de respuestas previas y posterior a actividades desarrolladas en las ciencias-física



Nota. Desarrollo de actividades de ciencias básicas-física. a). Respuestas previas a la actividad ciencias físicas. b). Respuestas posteriores a la actividad ciencias físicas. c) Estudiantes de Ingeniería Electrónica realizando experiencia 1 en laboratorio d). Estudiantes de Ingeniería Electrónica realizando experiencia 1 en el aula de clase.

En la Figura 1a se encuentra el consolidado de las respuestas previas a ¿Cómo describiría su nivel de pensamiento crítico antes de participar en la actividad en ciencias-física? Y la Figura 1b representa el consolidado de las respuestas posteriores a la pregunta: ¿Después de participar en la actividad de desarrollo del pensamiento crítico en ciencias-física, su nivel de pensamiento crítico ha mejorado? Cabe aclarar que estas dos figuras representan el consolidado no solo de estas dos preguntas realizadas a los estudiantes de la asignatura física 2 y física 3, sino también representan el resumen y análisis de los resultados obtenidos.

A partir de las actividades anteriormente planteadas y expuestas como ejemplo, en forma continua a los estudiantes de las carreras de ingenierías, es posible afirmar que estas son estrategias que en el estudiante cuestionan la educación tradicional como método de enseñanza, dan importancia a la investigación y la experimentación en el proceso científico, mejora la capacidad para llegar a conclusiones basadas en la evidencia y la lógica y permite asumir trabajos en equipo y colaboración con otros.

Cabe señalar que, para la implementación continua de pedagogías interactivas en las asignaturas de física en la UCEVA, se necesita apoyo institucional para brindar las condiciones (infraestructura, capacitación y reconocimiento laboral), para fortalecer el equipo docente-administrativo de trabajo y lograr una eficiencia exponencial en el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes de ingeniería. En este sentido, la implementación de estrategias continuas-interactivas conllevan comprender en forma más profunda la física-óptica, pero también presenta como enfoque educativo en la UCEVA que la pedagogía interactiva basada en experiencias y proyectos no son ajenos a las ciencias básicas-física.

En conclusión, las actividades desarrolladas como ejemplo enseñan al estudiante a pensar, pero pensar críticamente, y al docente a cambiar su modo de enseñar, basado en la evidencia que el estudiante experimenta, comprende, analiza, investiga, cuestiona, socializa, para adquirir conocimientos, pero también reflexiona y cuestiona continuamente lo que aprende, para volver a aprender.

7.3. Experiencia 2: Universidad Autónoma Chapingo, México

En la Universidad Autónoma de Chapingo, en México, se presenta una situación similar que en la UCEVA. El proceso recurrente de falta de interés en las ciencias básicas y exactas, genera una deserción en los estudiantes de las licenciaturas en Ingeniería. Frente a esto, la universidad desarrolla un preuniversitario que dura todo un año, en el que a través de prácticas experimentales y vivenciales prepara a los estudiantes para la carrera universitaria. Un ejemplo de esto, es el proyecto Casa Solar diseñado para los estudiantes de las licenciaturas en ingeniería (Torres et al., 2016).

Una forma de incorporar la dimensión de la sustentabilidad en las carreras de ingeniería, es mediante la recuperación del espíritu ambientalista que la comunidad estudiantil ha ido dejando de lado durante su desarrollo académico al llegar al nivel licenciatura (Leff, 2007). Se sabe que, en la etapa de la niñez, las infancias muestran un interés conservacionista y de cuidado del medio ambiente, esto se va perdiendo principalmente por la falta de una educación ambiental en todos los niveles educativos. En particular, en las clases de física de ingeniería, se pueden retomar temas como: electromagnetismo, mecánica y termodinámica; en relación con el estudio de las energías renovables, como una forma de incorporar a la práctica educativa-interactiva y de manera natural, el estudio de las energías limpias.

Es así que surge el proyecto de la *Casa Solar* en la Universidad Autónoma Chapingo, un espacio para el desarrollo, implementación, innovación y aplicación de prototipos de energía solar, que son objetos de estudio del recurso solar en sus diferentes transformaciones: eólica, termo-solar, fotovoltaica y biomasa como se puede ver en la Figura 2. La *Casa Solar* proporciona a estudiantes de ingeniería, una actualización necesaria y urgente en el uso de las energías renovables. Al mismo tiempo, se trata de lograr la comprensión de los contenidos de Física revisados en clase, al diseñar, caracterizar y aplicar dichos contenidos en los prototipos solares. La *Casa Solar* se concibe como un laboratorio de didáctica-interactiva y vivencial, que busca desarrollar en los estudiantes habilidades para la resolución de problemas en contexto, a través

de actividades de integración didáctica con exploración aplicada, IDEA por sus siglas (Torres et al., 2016).

Figura 2

Energía solar térmica para cocción de alimentos con un paraboloide



En los planes de estudios de las ingenierías es necesario incorporar en su currículo asignaturas que abordan temáticas sobre Energía Solar y su amplia gama de aplicaciones. Por lo que, difundir el uso de prototipos (propios) que hacen uso del recurso solar como: calentadores solares de agua, deshidratadores solares, estufas solares, calefactores solares para invernaderos, paneles fotovoltaicos, bombeo fotovoltaico, aerogeneradores, biodigestores y otras aplicaciones; pueden apoyar en una formación integral y ambientalista a estudiantes de ingeniería. Cabe mencionar que trabajamos con estudiantes de nivel preuniversitario, que cursan un año de propedéutico antes de entrar a las carreras de ingeniería agrícola. De esta manera, se trata de contribuir al desarrollo de las tecnologías de energías renovables en el sector agropecuario (Collado E., 2015; Delgado et al., 2011).

El objetivo se centra en desarrollar, caracterizar y evaluar prototipos de energía solar mediante la integración didáctica con exploración aplicada, propuesta metodológica que incorpora, la resolución de problemas en contexto, el trabajo colaborativo, la física, la informática y la innovación interdisciplinaria de los docentes participantes como se puede ver en la Figura 3.

Figura 3

Se muestra un montaje de pequeños módulos fotovoltaicos manufacturados por estudiantes con 18 fotoceldas de 3 cm de largo por 1.5 cm de ancho



En este sentido, la UACH a partir de la actualización de estudiantes en tecnologías de energías limpias, promueve la transferencia tecnológica a comunidades aledañas a la universidad que apoye su economía al ahorrar energía y mejorar su calidad de vida (Eggen y Kauchok, 1999). Esta experiencia se desarrolló en el contexto de la Reestructuración del Plan de estudios 2011 de Propedéutico de la UACH. El grupo académico Solar Chapingo, ha trabajado en diferentes etapas, como se muestra a continuación en la Figura 4.

Figura 4

Una ruta para abordar las diferentes etapas de la propuesta didáctica en la Casa Solar



7.3.1. Etapa inicial: Reestructuración curricular

Se documentan las necesidades del uso energético sustentable, creando nexos con las comunidades tanto académicas como público en general. Por lo que, se planteó un nuevo enfoque que parte de necesidades reales, permitiendo identificar y analizar problemas reales como la deshidratación de alimentos, el calentamiento de agua, la cocción de alimentos, el bombeo de agua para riego agrícola y la transformación de energía solar en eléctrica. Con este enfoque, el grupo académico incorporó en el nuevo plan de estudios, dos materias optativas: física de energías alternativas y física ambiental.

7.3.2. Etapa integración. Interdisciplinaria docente

La integración es el proceso de combinar nueva información con el conocimiento existente y conectar diferentes piezas de nuevo conocimiento. En el sentido clásico, y con las características propias de los procesos de enseñanza de la física en la ingeniería, se propone su participación en el desarrollo de la Casa Solar, a partir del trabajo en equipo, resolución de problemas, aprendizaje activo, actividades experimentales y tecnologías de la información y la comunicación. Para lograrlo, en el desarrollo de las asignaturas de física, se trabajará con arquetipos solares: tareas procedimentales y ejercitación de habilidades cognitivas, metacognitivas e instrumentales (Torres et al., 2016).

7.3.3. Etapa de recolección de datos. Informática física

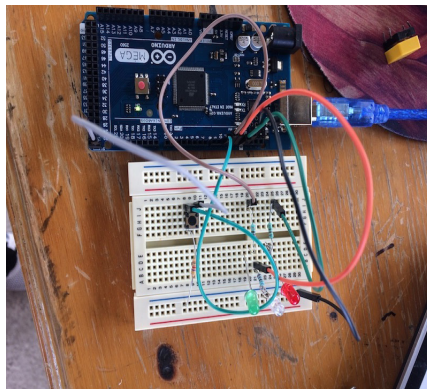
En la caracterización de prototipos es necesaria la adquisición en tiempo real de los datos de las variables físicas a comparar. La informática física, mediante la interfaz ARDUINO (microprocesador), nos permite obtener datos analógicos de los sensores de temperatura, humedad y radiación solar como se puede ver en la Figura 5. Considerando que el recurso solar involucra la transferencia de energía térmica, el efecto fotoeléctrico, flujo de fluidos y la obtención de bioenergéticos (Delgado et al., 2011; Segundo da Silva et al., 2021).

En esta etapa, también se requiere obtener lecturas analógicas por medio de transductores (hardware) y la computadora (software), que procesan la información y definen el tiempo de adquisición

de datos (mindware). Una vez finalizada la recolección de datos, se revisa y analiza la información obtenida, para hacer adecuaciones, cálculos de eficiencia y operación de las unidades de estudio que están a pequeña escala y posteriormente, se traslada a los prototipos reales para su manufactura (Bravo, 2018; Sandino y Montiel, 2012). Todas las aplicaciones se realizan a escala familiar, es claro, que las experiencias de los megaproyectos, no están encaminadas al cuidado del medio ambiente, es por ello, /que, a pequeña escala, fuera de la lógica del capital económico, resuelven de manera directa las necesidades energéticas de la población con pocas afectaciones al medio ambiente.

Figura 5

Circuito con resistencia/LEDs con un Arduino mega



7.3.4. Etapa de implementación. Manufactura de prototipos

Esto significa abandonar la forma tradicional de aprender con los estudiantes y participantes en general para enfocarse en trabajos más complejos y complicados; utilizar un enfoque multidisciplinario que fomente la cooperación, a partir de la producción de prototipos solares. La Casa Solar desarrolla experiencias educativas, crea grupos de trabajo con estudiantes de diferentes culturas y fomenta el proceso de investigación para resolver problemas de la realidad. No se trata de resolver los ejercicios de final de capítulo, que solo

requieren una secuencia de acciones predefinida y automática con posibilidad de solución única, como se puede ver en la Figura 6.

Figura 6

Manufactura de pequeñas turbinas eólicas con fibra de vidrio



En cambio, el problema debe ser contextualizado, abierto con la capacidad de pensar en diferentes formas o soluciones mientras lo resuelve. Esto permite un dinamismo colaborativo entre estudiante y maestro durante la mediación con períodos de reflexión y repetición, preparando a los estudiantes para un compromiso continuo. Con esto se logra una propuesta de espiral de conocimiento, es decir, se parte de situaciones fenomenológicas o de experiencias personales, para después desarrollar conocimiento aplicado, es decir, un aprendizaje de nivel superior al aplicar lo aprendido.

Queda más que justificado nuestro interés por promover una educación en energías renovables y por unir esfuerzos con programas consolidados como el Programa Ambiental Universitario Chapingo (PAUCH); para seguir desarrollando nuestro trabajo de investigación y desarrollo tecnológico. En ese sentido, tratamos de influir positivamente en la promoción de alternativas de sustentabilidad energética a nivel de la comunidad universitaria. Para ello, se implementan exposiciones en las semanas de la ciencia, se muestra la manufactura de prototipos. Se han construido calentadores de agua solares, deshidratadores solares, paneles fotovoltaicos, estufa con concentradores parabólicos y mini turbinas eólicas (Tapia y del Río, 2009).

La caracterización de los prototipos desarrollados (optimización y condiciones de operación), está siendo revisada, debido a que es un análisis completo y detallado (Prado, 2008; Segundo da Silva et al., 2021). Es importante señalar que se requiere del apoyo institucional que proporcione las condiciones (infraestructura, capacitación y el reconocimiento del trabajo), para consolidar al grupo interdisciplinario Solarchapingo, y producir un efecto multiplicador. Por lo que, creemos que podemos contribuir al Programa Ambiental Universitario Chapingo (PAUCh) que lleva muchos años trabajando en la UCh; al estudiar aplicaciones de la energía solar y el uso de los recursos energéticos renovables para aportar alternativas contra la problemática relacionada con el cambio climático y profundizar en el conocimiento de los fenómenos relacionados con la Energía Solar, que impacten en la sociedad en general y en la comunidad universitaria de la UCh en particular como se puede ver en la Figura 7.

Figura 7

Un valor agregado a los productos agrícolas mediante la deshidratación solar



En este sentido, logramos profundizar en la comprensión de la Física de la Energía Solar, pero también proyectamos un nuevo enfoque educativo, que ponga de manifiesto, que se debe partir de necesidades reales que permitan identificar y analizar problemas del desarrollo tecnológico desde sus orígenes (Galeana, 2002). Y a partir de ellos diseñar otras alternativas educativas sobre el respeto del medio ambiente. Finalmente, para facilitar el camino y la consolidación del grupo Solarchapingo y garantizar su éxito, nos mantenemos en capacitación técnica que refuerce nuestro conocimiento,

en torno a las energías renovables y la retroalimentación con la comunidad docente nacional e internacional. Considerando los rápidos cambios que se presentan en las sociedades y en particular en el mundo académico; además de una espiral de nuevas formas de aprovechar los recursos renovables y la búsqueda de propuestas tecnológicas, es que, en los últimos años, nuestras participaciones en eventos académicos, locales, nacionales e internacionales, han sido en el campo de las energías renovables (Jerez et al., 2020; Delgado et al., 2011; Torres et al., 2016).

7.4. Conclusiones

Este capítulo presenta estrategias para desarrollar el pensamiento crítico entre estudiantes universitarios de ingeniería con ejemplos sencillos en el campo de la ciencia-física para docentes, basado en el hecho de que los estudiantes aprenden de lo que experimentan, entienden, analizan, exploran, cuestionan y comunican, pero también reflexionan y constantemente ponen en duda lo que han aprendido.

La propuesta de un prototipo solar es presentada por la Universidad Autónoma de Chapingo, México, en la cual se examina el impacto que el progreso en la manufactura (Casa Solar) tiene en la adquisición de conocimientos relacionados con los conceptos de física a nivel preuniversitario, tales como mecánica, termodinámica y electromagnetismo.

La Casa Solar es un entorno de aprendizaje colaborativo que, junto con la creación de prototipos de aplicaciones educativas, enriquece el estudio de los conceptos físicos, destacando que su aplicación implica un nivel de conocimiento avanzado para comprender y modelar sistemas energéticos similares.

La Unidad Central del Valle del Cauca, presenta ejemplos de redacción de estrategias didácticas de diferentes temas y los resultados correspondientes, donde pone de manifiesto que los diversos medios de información, como imágenes, textos, experimentos, diagramas, modelos, comunicación oral y escrita, ayudan a construir y transformar las representaciones conceptuales necesarias en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física.

Las dos universidades UCEVA y UACH, justifican las didácticas presentadas de manera particular y específica para cada país, Colombia y México, respectivamente, en forma de una propuesta de espiral de conocimiento, es decir, partir de situaciones fenomenológicas o experiencias personales permite al estudiante desarrollar aplicaciones posteriores del conocimiento, esto significa, aprender a un nivel superior aplicando lo que se ha aprendido.

Referencias

- Aparici, R. y Silva, M. (2012). Pedagogía de la interactividad. *Revista Comunicar*, 19(38). <https://doi.org/10.3916/C38-2012-02-05>.
- Araujo, J. M. (2020). Programas de ingeniería en Colombia. *ACOFI*, 148.
- Avitia, P. y Uriarte, I. (2017). Evaluación de la habilidad digital de los estudiantes universitarios: estado de ingreso y potencial educativo. Edutec. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 61. <https://doi.org/10.21556/edutec.2017.61.861>
- Bejarano, J. y Mafla, L. (2019). Filosofía para niños: el programa que despierta la creatividad y el pensamiento crítico. *Revista UNIMAR*, 37(2). <https://doi.org/10.31948/rev.unimar/37-2-art7>
- Bravo, D. (2018). Una Revisión sobre Materiales para Almacenamiento de Energía Solar Térmica. *Ingeniería*, 23(2). <https://doi.org/10.14483/23448393.12510>
- Camargo, J. y García, A. (2009). Pensamiento Crítico y Aprendizaje Activo en Ingeniería. *Revista Educación En Ingeniería*, 7. <https://educacioneningeneria.org/index.php/edi/article/view/76>.
- Cangalaya, L. (2020). Habilidades del pensamiento crítico en estudiantes universitarios a través de la investigación. *Desde El Sur*, 12(1). <https://doi.org/10.21142/des-1201-2020-0009>
- Castiblanco, O. L. (2019). El pensamiento crítico en la formación de profesores de ciencias naturales. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 14(1), 5–6. <https://doi.org/10.14483/23464712.14117>
- Castiblanco, O. y Vizcaíno, D. (2006). Pensamiento crítico y reflexivo desde la enseñanza de la física. *Revista Colombiana de Física*, 38(2). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2038547>

- Collado E. (2015). Fotovoltaica-Los efectos de la temperatura en la producción de las instalaciones fotovoltaicas. *Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias*. <https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/los-efectos-de-la-temperatura-en-la-20150713>.
- Delgado, J. R., Monge, S. B. y Farrerons, J. B. (2011). Sistema Autónomo de Generación de Energía Renovable. Memorias de las XVII Jornadas de Conferencias de Ingeniería Electrónica, Universidad Politécnica de Cataluña, Terrassa, España.
- Eggen, P. y Kauchok, D. (1999). *Estrategias Docentes, enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento*. Fondo de cultura económica.
- Emst-Slavit, G. (2001). Educación para todos: La Teoría de las Inteligencias Múltiples de Gardner. *Revista de Psicología*, 19(2). <https://doi.org/10.18800/psico.200102.006>
- Ennis, R. (2005). Pensamiento crítico: un punto de vista racional. *Revista de Psicología y Educación*, 1(1). <https://www.revistadepsicologiyeducacion.es/pdf/5.pdf>
- Fonseca, Y. L. y Castiblanco, O. (2020). Desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo a partir de la enseñanza del sonido. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, 47. <https://doi.org/10.17227/ted.num47-7841>
- Galeana, L. (2002). *Aprendizaje basado en proyectos*. Universidad de Colima. Recuperado de <http://ceupromed.ucol.mx/revista/PdfArt/1/27.pdf>.
- Gaviria, Y. y Grisales, M. (2013). Bajo rendimiento académico: desesperanza aprendida una mirada desde la complejidad del sujeto. *Plumilla Educativa*, 12(2). <https://doi.org/10.30554/plumillaedu.12.390.2013>
- Giribet, M. (2005). Nuevos planteamientos didácticos: ¿Al innovar en docencia, mejoramos el aprendizaje? *Revista de La Fundación Educación Médica*, 8(S01). <https://doi.org/10.33588/fem.8s01.137>
- Gómez-Gómez, M. y Botero-Bedoya, S. (2020). Apreciación del docente para contribuir al desarrollo del pensamiento crítico. *Eleuthera*, 22(2). <https://doi.org/10.17151/eleu.2020.22.2.2>
- Gómez, M., Rojas, A. y Londoño, J. (2020). El aprendizaje integral a través de la STEM, reflexiones sobre su aplicación en la educación en las instituciones educativas en Medellín. *Revista MODUM*, 2, 231-237. Recuperado a partir de https://revistas.sena.edu.co/index.php/Re_Mo/article/view/3033.

- Jerez, J., Alfaro, M., Alfaro, I. y Guerra, R. (2020). Determining the efficiency of a mini photovoltaic solar panel: A laboratory experience in renewable energy | Determinación de la eficiencia de un mini panel solar fotovoltaico: una experiencia de laboratorio en energías renovables. *Educación Química*, 31(2), 22-37. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.2.70300>
- Leff, E. (2007). Complexidade, racionalidade ambiental e diálogo: para a construção de uma pedagogia ambiental. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 16. <https://doi.org/10.5380/dma.v16i0.11901>
- Lucía, O., Garcés, Z., Molina, A., Leonardo, O., Acevedo, V., Bernardo, D. y Vega, O. (1993). La pedagogía de John Dewey. *Revista Educación y Pedagogía* 10. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/3190/1/ZuluagaOlga_1994_Pedagogiajohndewey.pdf
- Mallo, A. y Bertazzi, G. (2019). TAC y Estrategias de Enseñanza para Favorecer la Permanencia y Terminalidad en Educación Superior. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 7(1). <https://doi.org/10.37843/rted.v7i1.4>
- Patiño, L. y Cardona, A. (2012). Revisión de algunos estudios sobre la deserción estudiantil universitaria en Colombia y Latinoamérica. *Theoria*, 21(1), 9-20. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29931769002>
- Pérez, Y. y Chamizo, J. (2016). Análisis curricular de la enseñanza química en México en los niveles preuniversitarios. Parte II: La educación media superior. *Educación Química*, 27(3). <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.12.001>
- Plaza, L. (2016). Obstáculos presentes en Modelación Matemática. Caso Ecuaciones Diferenciales en la formación de Ingenieros-Obstacles present in Mathematical Modeling. Case Differential Equations in the Training of Engineers. *Revista Científica* 2(25). <https://doi.org/10.14483//udistrital.jour.rc.2016.25.a1>
- Prado, C. (2008). *Diseño de un sistema eléctrico fotovoltaico para una comunidad aislada*. [Trabajo de Diploma, Universidad de Costa Rica]
- Sandino, A. y Montiel, L. (2012). La Termodinámica como origen de la revolución industrial del siglo XVIII. (Spanish). *Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol*, 6(4), 652. http://paginaspersonales.unam.mx/app/webroot/files/5217/Publica_20180322061205.pdf
- Segundo da Silva, M., Rocha, T., Silva, J. A. y Talarico, M. (2021). Energía solar fotovoltaica: revisão bibliografica. *Revista Mythos*, 14(2). <https://doi.org/10.36674/mythos.v14i2.467>

- Tamayo, O. (2012). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. *Hallazgos*, 9(17). <https://doi.org/10.15332/s1794-3841.2012.0017.10>
- Tapia, S. y del Río, J.(2009). Concentrador parabólico compuesto: Una descripción opto-geométrica. *Revista Mexicana de Física E*, 55 (2). <https://rmf.smf.mx/ojs/index.php/rmf-e/article/download/4610/6156/14926>
- Torres, J. y Ramírez Díaz, M. (2016). Integración didáctica con exploración aplicada en la enseñanza de la energía solar. *Latin-American Journal of Physics Education*, 10(4), 14. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6014048>

La modelación matemática y el pensamiento crítico en futuros ingenieros

*Mathematical modeling and critical
thinking in future engineers*

Jaqueline Acebo Gutiérrez

<https://orcid.org/0000-0002-9546-3504>

Ruth Rodríguez Gallegos

<https://orcid.org/0000-0001-7826-3976>

8

Instituto Tecnológico y de Estudios superiores de Monterrey

Autor para correspondencia: Jaqueline Acebo Gutiérrez,

E-mail: jacebo@tec.mx

Resumen

Actualmente, se observa que en todos los países existe una tendencia en la formación profesional por desarrollar competencias disciplinares y transversales. En el campo de la ingeniería se considera que, además de que el estudiante cuente con una educación matemática sólida, debe también desarrollar el pensamiento crítico. Lo anterior es debido a que las problemáticas que se requieren enfrentar en la actualidad tienden a ser más globales y complejas y, debido a esto, se requiere de un pensamiento reflexivo para que la toma de decisiones pueda resolver efectivamente estas situaciones problemáticas. Como se sabe, esta educación matemática debe ser funcional, especialmente en futuros ingenieros. En este capítulo se presentan los resultados cuantitativos que forman parte de una tesis doctoral donde se indaga sobre la posibilidad de mejorar el nivel de pensamiento crítico de estudiantes a través de la estrategia de modelación matemática.

Esta investigación se realizó en dos cursos de ecuaciones diferenciales con alumnos que pertenecen a diferentes programas de ingeniería. La metodología que se llevó a cabo es de métodos mixtos, los instrumentos que se emplearon fueron la prueba de pensamiento crítico de Cornell, como pre prueba y post prueba, la entrevista semiestructurada y las observaciones del trabajo colaborativo de los alumnos que participaron. En el enfoque cuantitativo se trabajó con grupo experimental y de control. Para conocer si estadísticamente la estrategia de modelación matemática coadyuva al desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, se aplicaron pruebas no paramétricas considerando la cantidad de participantes en cada grupo. Se llevó a cabo una clasificación de tres categorías de los niveles de pensamiento crítico que presentaron los estudiantes. Los resultados arrojaron diferencias significativas y avances de los alumnos en los diferentes niveles. Se observó que algunos estudiantes transitaron de un nivel de pensamiento crítico a otro y aquellos avanzados aumentaron sus puntuaciones.

Palabras clave: competencias transversales, educación matemática, métodos mixtos, prueba de pensamiento crítico, simuladores.

Abstract

Currently it can be seen that in all countries there is a trend in vocational training to develop disciplinary skills, as well as transversal skills. In the field of engineering, it is considered that, in addition to the student having a solid mathematical education, they must also develop critical thinking skills. This is because the problems that need to be faced today tend to be more global and complex and, due to this, reflective thinking is required so that decision-making can effectively solve these problematic situations. As is known, this mathematical education must be functional, especially in future engineers. This chapter presents the quantitative results that are part of a doctoral thesis where the possibility of improving the level of critical thinking of students through the mathematical modeling strategy is investigated. This research was carried out in two Differential Equations courses with students belonging to different engineering programs. In this study, the methodology that was carried out is mixed methods, the instruments that were used were the Cornell critical thinking test, as pretest and posttest, the semi-structured interview and the observations of the collaborative work of the students who participated. In the quantitative approach, we worked with two groups, the experimental and the control. Since the Cornell test was translated from English to Spanish, a pilot test was conducted to validate the test. To find out if statistically the mathematical modeling strategy contributes to the development of critical thinking skills, non-parametric tests were applied considering the number of participants in each group. A classification of three categories of the levels of critical thinking that the students presented was carried out. The results showed significant differences and progress of the students in the different levels. It was observed that some students moved from one level of critical thinking to another, and those advanced students increased their scores.

Keywords: transversal competences, mathematics education, mixed methods, critical thinking test, simulators.

Introducción

Desde tiempo atrás las ingenierías han sido muy importantes para mejorar la vida de la sociedad. Hoy se ha convertido en una disciplina esencial ante la gran difusión de campos del saber que están relacionados con innovaciones y descubrimientos científicos que impactan a la vida. Por ello, estos profesionales han participado significativamente en innovación tecnológica, social y económica (Vega-González, 2013).

En este siglo XXI, el mundo entero caracterizado por estar económicamente globalizado y contar con una alarmante brecha en equidad y justicia social, enfrenta grandes desafíos, especialmente en el campo científico – tecnológico (Capote, Rizo y Bravo, 2016). Para garantizar el crecimiento de la productividad económica, la seguridad y el bienestar de la sociedad de un país es imperante el aumento de la oferta de ingenieros, matemáticos, científicos y tecnólogos; por ello, la enseñanza y aprendizaje de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM por sus siglas en inglés) es una prioridad en todos los países (Bell, 2016).

Según López-Ruiz et al. (2021), la formación educativa debe relacionarse con la realidad de tal manera que haya un significado y sea útil en la vida del alumno. Este deberá contextualizar los contenidos teóricos, promoviendo el pensamiento crítico para la solución de problemas en su vida cotidiana. Esta formación de los futuros ingenieros debe ser, por lo tanto, una prioridad en todo el mundo.

La formación matemática de los niños y jóvenes es urgente debido a que cada vez se requiere de mayor injerencia de las matemáticas en estas disciplinas STEM. La enseñanza de las matemáticas tiene como objetivo la formación de estudiantes capaces de aplicar las matemáticas y transferir estos conocimientos en diferentes contextos y situaciones fuera de la escuela (Rodríguez y Quiroz, 2016). De acuerdo con Rodríguez (2017), en la enseñanza de las matemáticas, la característica de funcionalidad es primordial descartando la transmisión de conocimientos puramente conceptuales, por lo que la estrategia de modelación matemática que lleva al estudiante a relacionar el mundo real con el mundo matemático es considerada

como una excelente opción para la formación de estudiantes en matemáticas.

Como se puede observar, los futuros ingenieros deberán resolver problemas, tomar decisiones y evaluar sus consecuencias sobre los recursos y el bienestar social. Esto representa una gran responsabilidad, por lo que requerirán desarrollar competencias para encarar los retos de la sociedad. Entre estas competencias, está el pensamiento crítico como competencia transversal necesaria en la formación de los estudiantes. Betancourth et al. (2021) indagaron sobre varios estudios sobre el pensamiento crítico y encontraron que la mayoría de los estudiantes se encontraban en niveles bajos de esta competencia. En el ámbito profesional, en la contratación de ingenieros, el pensamiento crítico es considerado como una competencia imprescindible, pero también la más difícil de encontrar según los empleadores. Por lo tanto, el pensamiento crítico representa una condición innegable para la formación universitaria (Bezanilla et al., 2021).

8.1. La modelación matemática como estrategia

Este capítulo muestra los resultados cuantitativos que forman parte de una tesis doctoral donde se indaga sobre la posibilidad de mejorar el nivel de pensamiento crítico de los estudiantes mediante la estrategia de modelación matemática. Este documento iniciará de manera breve con los constructos de modelación matemática y pensamiento crítico. Se hablará sobre los estudiantes que participaron en el estudio y se dará a conocer la prueba piloto que se llevó a cabo. Se explicará sobre la metodología de métodos mixtos que se utilizó y los resultados cuantitativos que se encontraron. Cabe mencionar que también se cuenta con una parte cualitativa, sin embargo, no forma parte de este capítulo.

8.2. Modelación matemática

Hoy en día en la enseñanza de las matemáticas sobresalen la necesidad de educar a los alumnos para que puedan desarrollar soluciones efectivas en situaciones problemáticas, que puedan

aplicar los conocimientos matemáticos en su vida cotidiana y que puedan identificar la relación que existe entre el mundo real y el mundo matemático (Citlas e Isik, 2013).

La transferencia de conocimiento del aula a la vida cotidiana se dificulta con mucha frecuencia debido a que los estudiantes y profesores se centran en las técnicas analíticas (Cozcher, 2017) y es común que los alumnos se cuestionen sobre la utilidad de las matemáticas en su vida diaria (Dundar, Gookkurtb y Soyly, 2012). Algunas investigaciones han encontrado que las matemáticas son aburridas para los estudiantes, creyendo que no se necesitan en su vida fuera de la escuela (Hernández-Martínez & Vos, 2017). Esta situación ha sido de preocupación, por lo que investigadores sobre el tema proponen incluir problemas del mundo real en la enseñanza de las matemáticas para relacionarlas con la realidad (Huang, 2012).

Ante las dificultades de los alumnos por aprender las matemáticas y darles uso en la vida diaria, algunos educadores consideran hacer uso de la modelación matemática como estrategia para lograr aprendizajes significativos (Lyon y Magana, 2020; Rendón-Mesa et al, 2016).

La modelación matemática se puede entender como un proceso cíclico donde los problemas de la vida real se traducen a un lenguaje matemático, con la intención de resolverlos a través de un sistema simbólico (Huang, 2012). Las etapas en el proceso de la modelación matemática se refieren a la comprensión del problema, la elección de las variables, la formación del modelo, la solución del problema, la implementación del problema en la vida real y su validación (Citlas e Isik, 2015).

8.3. Pensamiento crítico

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) realiza encuestas a las empresas para conocer cuáles son las competencias que precisan los empleadores a la hora de contratar. En las diferentes encuestas realizadas se ha encontrado que hay algunas competencias para el trabajo que se mencionan en la gran mayoría de estas. Se han agrupado en cuatro grandes categorías: a) aprender a aprender, b) comunicación, c) trabajo en equipo y d) resolución de problemas. La resolución de problemas tiene que ver con aquellas

competencias de análisis que se necesitan para evaluar situaciones y tomar decisiones más adecuadas para enfrentar los problemas. Incluyen la percepción de las consecuencias a largo plazo de las acciones que se emprenden y la capacidad de evaluar y adaptar planes de acción (OIT, 2017, p. 2).

La resolución de problemas comprende habilidades de pensamiento crítico, como identificar el problema, establecer supuestos y comprobar que sean verídicos, tener en cuenta el contexto de los datos, reunir y analizar información. Esto lleva a concluir que la competencia transversal de pensamiento crítico es de gran importancia en el ámbito profesional. Ennis (1985) define el pensamiento crítico: "...es el pensamiento reflexivo y razonable que se centra en decidir en qué creer o hacer" (p. 45). El investigador establece que, este concepto del pensamiento crítico tiene que ver tanto con disposiciones, como habilidades que llevan al proceso de decidir qué creer o hacer.

El pensamiento crítico se encuentra siempre en un contexto de resolución de problemas, es un proceso cognitivo donde predomina la razón. Este pensamiento analiza la propia reflexión y cómo se fundamenta, así como la reflexión de otros. Tiene un carácter evaluativo, por lo que, al decidir que creer y qué hacer, necesariamente se analiza la información con la que se cuenta y a partir de esa evaluación se inicia un proceso de inferencia para llegar a una decisión (Ennis, 2005). La importancia del pensamiento crítico en las matemáticas es debido a que lleva a resolver problemas, formular conclusiones, buscar posibilidades y llevar a cabo decisiones de manera adecuada (Maulidiya y Nurlaelah, 2018). Los problemas matemáticos que involucran pensamiento, análisis y síntesis pueden estimular las habilidades de pensamiento crítico de los alumnos (Firdaus et al., 2015).

8.4. Marco contextual

Esta investigación se realizó dentro del periodo que comprende de agosto a diciembre del año 2020. Los 36 alumnos que participaron corresponden a diferentes carreras de ingeniería de segundo año y coincidieron en los cursos de Ecuaciones Diferenciales en una universidad privada en Monterrey, Nuevo León, México. Las edades

estuvieron en un rango de 18 a 21 años, los grupos son por conveniencia. Al comenzar con el estudio, se realizaron observaciones presenciales en salón de clases y se llevó a cabo la validación de una rúbrica estructurada de modelación matemática y el pensamiento crítico para la reunión de datos. Con la situación de pandemia que se vivió a inicios del año 2020, hubo necesidad de llevar a cabo cambios en la planeación de recolección de datos. Esta recopilación de datos se llevó a cabo de manera remota, dejando de lado todo lo que fuera presencial. Se llevaron a cabo grabaciones del trabajo colaborativo de todos los equipo de alumnos.

El cambio de presencial a distancia influyó en la respuesta de participación de los estudiantes. En un inicio la respuesta de participación fue muy buena, sin embargo, esta se redujo significativamente, quedando un grupo experimental de 18 alumnos y la misma cantidad de participantes en grupo control. Este curso tuvo una duración de 16 semanas, finalizando con un proyecto que se basó en la modelación de fenómenos reales utilizando un simulador llamado Vensin.

En este estudio, para medir si hubo cambios significativos en el nivel de pensamiento crítico de los alumnos, se utilizó la prueba de pensamiento crítico de Cornell. Esta prueba se aplicó al inicio del curso como pre prueba y después de la intervención, al final del curso como post prueba. Los estudiantes del grupo control cursaron la materia de Ecuaciones Diferenciales sin la aplicación de manera tradicional. Con respecto a la recolección de datos para la metodología cualitativa, en el grupo experimental se realizaron: a) observaciones de las actividades de los alumnos utilizando la rúbrica estructurada de modelación matemática y el pensamiento crítico, b) cuatro entrevistas semiestructuradas a alumnos que de manera libre aceptaron participar y, c) análisis de reflexiones que llevaron a cabo nueve alumnos de manera voluntaria.

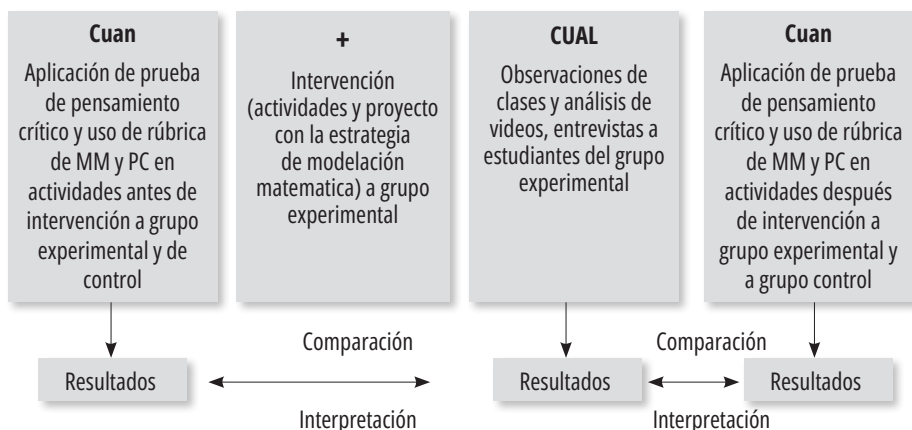
8.5. Propuesta metodológica del estudio

En este estudio se decidió por una metodología de métodos mixtos con un diseño de triangulación concurrente. El método cuantitativo puede enriquecer los hallazgos dando información sobre en qué áreas se encuentran mayores fortalezas y en cuáles se localizan las

debilidades del alumno y grupo en general. El método cualitativo puede ofrecer la riqueza de explicar cómo son estas fortalezas y debilidades de los alumnos. En la figura 1 se observa el diseño mixto de triangulación concurrente utilizado en la investigación.

Figura 1

Diseño de la investigación



Nota: qual = cualitativo, quan = cuantitativo, + representa concurrente, → representa secuencial, letras mayúsculas representan alta prioridad de peso y letras minúsculas representan baja prioridad de peso

La aproximación cuantitativa se compone de tres etapas: a) En la primera etapa se validó la traducción de la prueba de pensamiento crítico de Cornell (prueba de PC de Cornell) y su prueba piloto, b) En la segunda etapa se aplicó de la prueba al inicio del curso y también se aplicó después de la intervención. De esta manera se logró comparar las medias del grupo experimental y del grupo de control y c) En esta tercera etapa se llevó a cabo una comparación de las post pruebas de los grupos experimental y de control.

8.5.1. Validación de la prueba de Cornell

Se eligió la prueba de pensamiento crítico de Cornell (Ennis, Millman y Tomko, 2005) por las siguientes razones:

- El autor principal de esta prueba es Robert Ennis y el marco teórico de este estudio se basa primordialmente en la concepción de del pensamiento crítico de Ennis. Para Ennis (1985),

hay una variedad de formas de subcategorizar el pensamiento crítico; distinguiendo tres tipos de inferencias para las creencias: inducción, deducción y evaluación. Estas inferencias se basan en resultados de otras inferencias, afirmaciones realizadas por otros, supuestos y observaciones.

- Esta prueba está avalada por más de cuatro décadas de investigación y se apoya con resultados de aplicación de la prueba en diferentes niveles y contextos escolares.
- La fiabilidad en estas muestras la calcularon utilizando el coeficiente de Spearman Brown, Kuder-Richardson (20 y 21) y obtuvieron entre 0.72 a 0.90. Estos valores se pueden considerar como muy aceptables.
- La prueba de Cornell se puede aplicar a los alumnos de manera remota, esto facilita la aplicación.

La prueba original está redactada en inglés y para mantener su validación se realizó la traducción de la prueba por una persona con excelente dominio de inglés. Después de la traducción, se solicitó a otra persona experta de este idioma, la revisión de la traducción. Estas dos personas analizaron la traducción y después de hacer algunos cambios acordaron la traducción final. Se llevó a cabo una prueba piloto de la prueba ya traducida para tener la seguridad de que la traducción era fiel a la original y, por lo tanto, transmitía las mismas ideas en español. La validación de la prueba se logró gracias a estudiantes que en el segundo semestre del año 2019 cursaron las materias de Matemáticas II y Ecuaciones Diferenciales. La aplicación de la prueba fue de manera remota desde la plataforma de Survey Monkey.

Estadísticamente, se utilizó la prueba de los signos para la validación cuantitativa. Cada ítem de la prueba ofrecía 3 opciones de respuesta, pero para la validación las dos respuestas incorrectas se consideraron como una respuesta y la otra correcta como una segunda respuesta. La confiabilidad de la prueba piloto se llevó a cabo calculando el coeficiente de Kuder Richardson (KR20). El valor que arrojó este coeficiente fue de 0.83, el cual se considera en un rango de alta confiabilidad, concluyendo la factibilidad de aplicar el instrumento.

8.5.2. Aplicación de la prueba de pensamiento crítico de Cornell

La aplicación de la prueba a los estudiantes participantes se realizó al inicio del curso y al final, representando, por consiguiente, la pre prueba y el post prueba para el grupo experimental y el grupo de control. Se llevó a cabo un análisis estadístico no paramétrico para comparar la preprueba y la post prueba, es decir, las pruebas relacionadas. Considerando el tamaño de las muestras y al no poderse determinar la normalidad de los datos de la post prueba del grupo de control, se utilizó la prueba T de Wilcoxon para medianas dependientes.

Una vez que estaba por terminar el curso se realizó una comparación de medias de la pre prueba y post prueba entre el grupo de control y el grupo experimental. El interés fue determinar si existía diferencias significativas entre los grupos y, para esto, se utilizó la prueba estadística no paramétrica U de Mann-Whitney. En síntesis, se hizo una comparación de medias (pre prueba y post prueba) para ambos grupos para ver si hubo un cambio relevante en su nivel de pensamiento crítico. También se hizo una comparación de medias de los posts pruebas de los dos grupos para si existen diferencias significativas entre las pruebas y asociarlo a la modelación matemática.

8.6. Resultados

En este apartado se muestran los resultados de las comparaciones de las medianas de la preprueba y post prueba para cada grupo, el experimental y de control para ver si hay significancia en los niveles de pensamiento crítico. También se comparan las medianas de las post pruebas de cada grupo para ver la influencia de la estrategia de modelación matemática.

8.6.1. Comparación de medianas del grupo experimental y de control

Al inicio del estudio se contaba con 74 alumnos en el grupo experimental, de los cuales 52 contestaron preprueba. El grupo de control contaba con 40 alumnos y 24 respondieron la post prueba. Sin

embargo, al finalizar el curso solo 18 estudiantes de cada grupo respondieron la post prueba. La disminución de la participación voluntaria fue debido a que se cambió de un curso presencial a remoto debido a la pandemia que se vivió. Esto afectó a los estudiantes emocionalmente y en la organización de su tiempo. Después del primer paso que fue traducir y validar la prueba de pensamiento crítico de Cornell, se aplicó la preprueba y posteriormente se llevó a cabo la intervención en el grupo experimental. Esta intervención consistió en una serie de actividades (situaciones problemáticas) utilizando la estrategia de modelación matemática. Por su parte, el grupo control siguió con su curso tradicional y ninguna intervención.

Ya para terminar el curso se aplicó la post prueba. Con esta recolección de datos se realizó la comparación de las medianas de la preprueba y la post prueba a partir del análisis estadístico en cada grupo para ver si se hallaron diferencias significativas.

8.6.2. Comparación de las medianas del grupo experimental

En primera instancia se llevó a cabo, fue determinar la normalidad de los datos de la pre prueba y la post prueba del grupo experimental. Para determinar dicha normalidad se utilizaron las pruebas: Anderson Darling (AD), Ryan – Joiner (RJ) y Shapiro – Wilk (SW). Los resultados del valor – p de la pre prueba fueron los siguientes:

$$AD = 0.219R$$

$$Y = 0.100$$

$$SW = 0.140$$

Los resultados del valor – p de la post prueba fueron los siguientes:

$$AD = 0.469$$

$$RY = 0.219$$

$$SW = 0.063.$$

Tomando en cuenta que el valor – p de cada una de las pruebas es mayor al nivel de significancia 0.05, se puede afirmar que los datos de la pre prueba y post prueba siguen una distribución normal. Sin

embargo, veremos más adelante que una de las pruebas del grupo control no tiene una distribución normal. Debido a este resultado y considerando que el tamaño de las muestras es menor a 30, se utilizaron pruebas estadísticas no paramétricas en el estudio. Con el objetivo de conocer si existe una diferencia significativa en el nivel de pensamiento crítico del grupo experimental después de la intervención, se llevó a cabo una comparación de las medianas de la preprueba y la post prueba utilizando la prueba T de Wilcoxon. Las hipótesis planteadas fueron:

Ho: No hay diferencia significativa en el nivel de pensamiento crítico antes y después de la intervención en el grupo experimental.

H1: Hay diferencia significativa en el nivel de pensamiento crítico antes y después de la intervención en el grupo experimental.

En la figura 2 se muestran estadísticas descriptivas y el valor – p de la prueba del grupo experimental.

Figura 2

Valor – p de la prueba de Wilcoxon para medianas relacionadas del grupo experimental

Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon: Dif. G-Ex

Método

η : mediana de Dif. G-Ex

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
Dif. G-Ex	18	-4

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta = 0$
 Hipótesis alterna $H_1: \eta \neq 0$

Muestra	Número de prueba de Wilcoxon	Estadística	Valor p
Dif. G-Ex	17	0.00	0.000

Considerando que el valor $-p$ (0.000) es menor que el nivel de significancia $\alpha = 0.5$, se puede afirmar que si hubo una diferencia significativa en el nivel de pensamiento crítico después de la intervención de modelación matemática.

8.6.3. Comparación de las medianas del grupo control

En segunda instancia se llevó a cabo fue determinar la normalidad de los datos de la pre prueba y la post prueba del grupo control. Para determinar dicha normalidad se utilizaron las pruebas: Anderson Darling (AD), Ryan – Joiner (RJ) y Shapiro – Wilk (SW). Los resultados del valor $-p$ de la pre prueba fueron los siguientes:

$$AD = 0.127$$

$$RY > 0.100$$

$$SW = 0.134$$

Los resultados del valor $-p$ de la post prueba fueron los siguientes:

$$AD = 0.086$$

$$RY > 0.100$$

$$SW = 0.046$$

Tomando en cuenta que el valor $-p$ de cada una de las pruebas es mayor al nivel de significancia 0.05, se puede afirmar que los datos de la preprueba siguen una distribución normal. En el caso de la post prueba, los resultados de las primeras dos pruebas son mayor que el nivel de significancia 0.05, sin embargo, los resultados de la tercera prueba (SW) es menor a 0.05. Este resultado no permite establecer la normalidad de los datos y, por lo tanto, se utilizó pruebas no paramétricas para la comparación de pruebas.

Con el interés de conocer si existe una diferencia significativa en el nivel de pensamiento crítico del grupo control después de la intervención, se llevó a cabo una comparación de las medianas de la preprueba y la post prueba utilizando la prueba T de Wilcoxon. Las hipótesis planteadas fueron:

H₀: No hay diferencia significativa en el nivel de pensamiento crítico antes y después de la intervención en el grupo control.

H₁: Hay diferencia significativa en el nivel de pensamiento crítico antes y después de la intervención en el grupo control.

En la figura 3 se muestran estadísticas descriptivas y el valor – p de la prueba del grupo experimental.

Figura 3

Valor – p de la prueba de Wilcoxon para medianas relacionadas del grupo control

Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon: Dif. G-Ctrol

Método

η : mediana de Dif. G-Ctrol

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
Dif. G-Ctrol	18	-1

Prueba

Hipótesis nula H₀: $\eta = 0$

Hipótesis alterna H₁: $\eta \neq 0$

Muestra	Número de Estadística		
	prueba de Wilcoxon	Valor p	
Dif. G-Ctrol	17	36.50	0.062

Considerando que el valor – p (0.000) es mayor que el nivel de significancia $\alpha = 0.5$, se puede afirmar que no hubo una diferencia significativa en el nivel de pensamiento crítico una vez concluido el curso.

8.6.4. Comparación de post pruebas entre grupo experimental y de control

Con el interés de investigar si existen diferencias significativas entre las medianas de las post pruebas del grupo experimental y el grupo de control, se hizo una comparación de medianas a partir de la prueba U de Mann–Whitney para muestras independientes. Las hipótesis que se establecieron fueron:

Ho: No hay diferencia significativa entre las medianas de las post pruebas del grupo experimental y el grupo control

H1: Hay diferencia significativa entre las medianas de las post pruebas del grupo experimental y el grupo control

En caso de existir una diferencia significativa, se consideró importante conocer que la mediana del grupo experimental no solo que sea diferente, sino también que sea mayor al grupo control. De esta manera se plantearon las siguientes hipótesis:

Ho: No hay diferencia entre las medianas de las post pruebas de los grupos experimental y control.

H1: La mediana de la post prueba del grupo experimental es mayor que la mediana de la post prueba del grupo control.

En la Figura 4 se muestra el valor – p para cada planteamiento de hipótesis sobre las post pruebas de las muestras de los grupos experimental y de control.

Figura 4

Valor – p de la prueba U Mann – Whitney para medianas de las post pruebas de los grupos experimental y de control

Mann-Whitney: Posp G-Ex, Posp G-Ctrol

Método

η_1 : mediana de Posp G-Ex
 η_2 : mediana de Posp G-Ctrol
 Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
Posp G-Ex 18		46.0
Posp G-Ctrol 18		40.5

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda
7	(1, 14)	95.20%

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$
 Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	402.00	0.030
Ajustado para empates	402.00	0.030

Mann-Whitney: Posp G-Ex, Posp G-Ctrol

Método

η_1 : mediana de Posp G-Ex
 η_2 : mediana de Posp G-Ctrol
 Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
Posp G-Ex 18		46.0
Posp G-Ctrol 18		40.5

Estimación de la diferencia

Diferencia	Límite inferior	Confianza lograda
7	2	95.16%

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$
 Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 > 0$

Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	402.00	0.015
Ajustado para empates	402.00	0.015

Se encontró que el Valor – p (0.030) es inferior al valor $\alpha = 0.05$, y, por lo tanto, se establece que existen diferencias significativas en los posts test. Estadísticamente, la mediana del post test del grupo experimental es mayor que la mediana del post test del grupo control (Valor – $p = 0.015$). Por lo tanto, se puede establecer que la estrategia de modelación matemática contribuye al desarrollo de pensamiento crítico en los alumnos del grupo experimental.

8.7. Conclusiones

En este capítulo se ha reflexionado sobre la importancia de la formación de profesionales, especialmente la formación de ingenieros, debido a los grandes retos que actualmente debe enfrentar el mundo. Esta situación ha llevado a autoridades en diferentes ámbitos a cuestionarse sobre las competencias que deben desarrollar los futuros profesionistas. Entre ellas, y considerada como una de las más importantes, está el pensamiento crítico. Este estudio se centró en la articulación de esta competencia transversal y la modelación matemática como estrategia como camino para favorecer los niveles de pensamiento crítico. De acuerdo con los resultados cuantitativos, se puede observar que esta articulación puede beneficiar a los estudiantes. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el desarrollo del pensamiento crítico requiere de tiempo y que en este estudio las muestras cuentan con una pequeña cantidad de participantes, por lo que se requiere de mayor indagación al respecto.

Se propone para futuras investigaciones:

- Enfocarse en un grupo pequeño de habilidades del pensamiento crítico.
- Trabajar con diferentes niveles educativos
- Experimentar la modelación matemática para poder profundizar en ella.
- Incluir herramientas tecnológicas como simuladores, calculadoras, termómetros y otros.
- Combinar los métodos cuantitativos con los cualitativos para tener una mayor riqueza y calidad en los datos recolectados.

Referencias

- Bell, D. (2016). The reality of STEM education, design and technology teachers' perceptions: a phenomenographic study. *International Journal of Technology and Design Education*, 26, 61–79. DOI 10.1007/s10798-015-9300-9
- Betancourth, S., Martínez, V., Tabares, Y. y Castillo, A. (2021). Efectos de un programa de intervención sobre el desarrollo del pensamiento crítico en universitarios chilenos. *Pensamiento Americano*, 14(27), 125 – 136. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8713960>
- Bezanilla, M. J., Poblete, M. y Galindo – Domínguez, H.(2021). Importance of Teaching Critical Thinking in Higher Education and Existing Difficulties According to Teacher´s Views. *Multi-disciplinary Journal of Educational Research* (11)1, 20 – 48. DOI: 10.4471/remie.2021.6159
- Capote, G., Rizo, N., y Bravo, G. (2016). La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria. *Revista Universidad y Sociedad*, 8 (1). pp. 21-28. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/>
- Ciltas, A. e Isik, A. (2013). The Effect of Instruction through Mathematical Modelling on Modelling Skills of Prospective Elementary Mathematics Teachers. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 13(2), 1187-1192. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1017272.pdf>
- Cozcher, J. (2017). How can emphasizing mathematical modeling principles benefits students in a traditionally taught differential equations course?. *Journal of Mathematical Behavior*, 45, 78-94. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2016.10.006>
- Dundar, S., Gokkurt, B. & Soylu, Y. (2012). Mathematical modelling at a glance: a theoretical study. *Social and Behavioral Sciences*, 46, 3465-3470. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.086>
- Ennis, R. H. (1985). A Logical Basis for Measuring Critical Thinking Skills. *Educational Leadership*, 43(2) p44-48. <https://jgregorymc-verry.com/readings/ennis1985assessingcriticalthinking.pdf>
- Ennis, R. H. (2005). Pensamiento crítico: un punto de vista racional. *Revista de Psicología y Educación*, 1(1), 47-64. <https://www.revistadepsicologiayeducacion.es/pdf/5.pdf>
- Ennis, R. H., Millman, J. & Tomko, T. N. (1985). Cornell critical thinking tests level X & level Z: Manual. Boise, ID: Midwest Publications.

- Firdaus, F., Kailani, I. B., Bakar, M. N., Bakry, B. A. (2015). Developing Critical Thinking Skills of Students in Mathematics Learning. *Journal of Education and Learning*. 9(3) pp. 226-236. DOI: 10.11591/edulearn.v9i3.1830
- Hernández-Martínez, P. & Vos, P. (2017). "Why do I have to learn this?" A case study on students' experiences of the relevance of mathematical modelling activities. *ZDM Mathematics Education*, 50, 245-257 <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0904-2>
- Huang, C.H. (2012). Investigating engineering students' mathematical modelling competency. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 10(2), 99-104. [https://www.wiete.com.au/journals/WTE&TE/Pages/Vol.10,%20No.2%20\(2012\)/01-Huang,%20C-H.pdf](https://www.wiete.com.au/journals/WTE&TE/Pages/Vol.10,%20No.2%20(2012)/01-Huang,%20C-H.pdf)
- López-Ruiz, C., Flores-Flores, R., Galindo-Quispe, A. y Huayta-Franco, Y. (2021). Pensamiento crítico en estudiantes de educación superior: una revisión sistemática. *Revista Innova Educación*. 3(2), 374 - 385. DOI <https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.02.006>
- Lyon, J. & Magana, A. (2020). A Review of Mathematical Modeling in Engineering Education. *International Journal of Engineering Education*. 36(1) 101-116. https://www.ijee.ie/1atestissues/Vol36-1A/09_ijee3860.pdf
- Maulidiya, M. & Nurlaelah, E. (2018, mayo). The effect of problem based learning on critical thinking ability in mathematics education. Trabajo presentado en International Conference on Mathematics and Science Education ICMSCE, Bandung, Indonesia
- OIT Organización Internacional del Trabajo (2017). Mejorar la empleabilidad de los jóvenes: la importancia de las competencias clave. [wcms_371815.pdf](https://www.ilo.org/wcms_371815.pdf) (ilo.org)
- Rendón-Mesa, P. A., Duarte, P. V. E., y Villa-Ochoa, J. A. (2016). Articulación entre la matemática y el campo de acción de la ingeniería de diseño de producto: componentes de un proceso de modelación matemática. *Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V.*, 31(2), 21-36. Recuperado de: <http://funes.uniandes.edu.co/11854/>
- Rodríguez, R. (2017). El papel de la tecnología en el proceso de modelación matemática para la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. *Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*. 8(15), 69-85. <https://doi.org/10.12802/relime.13.1914>
- Rodríguez, R. y Quiroz, S. (2016). El rol de la experimentación en la modelación matemática. *Educación Matemática*, 28(3), 91-110. <http://www.revista-educacion-matematica.com>

Vega-González, L. R. (2013). La educación en ingeniería en el contexto global: propuesta para la formación de ingenieros en el primer cuarto del Siglo XXI. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, XIV(2), 177-190. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1405774313722352>

Pensamiento crítico y tecnología

Critical Thinking and Technology

Ángel José Lozada Das Does

<https://orcid.org/0000-0002-7016-9384>

Walter Mario Weyerstall

<https://orcid.org/0009-0001-1989-4126>

9

Unidad Central del Valle del Cauca
Universidad Nacional de Tucumán

Autor para correspondencia: Angel Jose Lozada Das Does,
E-mail: alozada@uceva.edu.co

Resumen

El presente capítulo muestra, a modo de ensayo reflexivo, un abordaje a la necesidad de integrar habilidades propias del pensamiento crítico en los currículos de ingeniería. Para ello, se parte de definiciones alrededor de tecnología, ingeniería, pensamiento crítico, entre otras. La interrelación entre estos conceptos y, el ser y la sociedad, se analizan desde diferentes perspectivas para generar una visión más allá de la tácita y clásica, y que dimensione al ser y aquello que lo rodea. La reflexión se apoya también, en perspectivas más humanistas de reconocidos autores, tomando en cuenta el carácter del humano del pensamiento crítico, y que, sin él, pierde sentido el desarrollo de la habilidad. Se concluye que el desarrollo del pensamiento crítico requiere de capacitación del personal docente y a partir de ahí, del diseño e implementación de estrategias que permitan promover en el alumno el tema en cuestión.

Palabras clave: cultura, educación, ingeniería, pensamiento crítico, tecnología

Abstract

This chapter shows, as a reflective essay, an approach to the need to integrate critical thinking skills into engineering curricula. To do this, it is started on definitions around technology, engineering, critical thinking, among others. The interrelation between these concepts, and the self and society, are analyzed from different perspectives to generate a vision that goes beyond the tacit and classical, and that gives dimension to the being and what surrounds it. The reflection is also based on more humanistic perspectives of renowned authors, considering the human character of critical thinking, and that, without it, the development of the skill loses meaning. It is concluded that the development of critical thinking requires the training of the teaching staff and, from there, the design and implementation of strategies that allow the student to promote the subject in question.

Keywords: critical thinking, culture, education, engineering, technology

Introducción

Se realiza un análisis reflexivo entre pensamiento crítico y tecnología; partiendo de que el primero es una habilidad que se ha vuelto importante si se toma en cuenta que hoy la sociedad está inundada con información de múltiples fuentes; fuentes no siempre confiables, conocidas o explícitas, exigiendo a distintos actores tomar decisiones basadas en tales referencias; por esa razón, se necesita capacidad de evaluar la precisión y confiabilidad de los datos que se reciben.

Lo anterior, es un proceso mental de analizar, evaluar, y sintetizar reportes para formar un juicio fundamentado, implica examinarlos y evidenciar desde múltiples perspectivas, cuestionar supuestos, y usar la lógica y el razonamiento para arribar a conclusiones sólidas.

Desde el punto de vista laboral o profesional, el pensamiento crítico también es esencial. A menudo se requiere que los empleados de una organización puedan resolver problemas o situaciones presentadas, y también, que tomen decisiones basadas en reportes al alcance de la mano (y circunstancial) que pudiese estar incompleta o ser ambigua.

En este sentido, una decisión tomada de tal manera (divulgación casual), sin análisis crítico, fácilmente conduce al fracaso del actor comercial (empresa-empleador) (Morales, 2018). Es por esto que los empleadores buscan que cada vez más los empleados sean capaces de pensar críticamente y que puedan aportar una nueva perspectiva a su trabajo.

También, en el sector educativo, el pensamiento crítico se ha identificado como un elemento importante por quienes han investigado al respecto, propendiendo por planes de estudio donde se incorporen diferentes estrategias, separadas o combinadas, tales como: asignaturas, estudios de casos, debates y discusiones grupales; buscando ayudar a los estudiantes a desarrollar su capacidad analítica y de

razonamiento frente a las diferentes situaciones que se les puedan presentar tanto en el campo académico, laboral y hasta personal.

A pesar de la importancia del tema en cuestión, no siempre es fácil desarrollarlo, requiere práctica y experiencia (especialmente del docente como guía del proceso de enseñanza-aprendizaje), así como la voluntad de comprometerse con ideas y perspectivas que pueden ser diferentes a las propias.

Puede ser un desafío superar los sesgos y las suposiciones, al intentar abordar la temática con una mente abierta; situación que se ha identificado, por ejemplo, en el mundo académico y en particular con los programas de ingeniería, donde tanto docentes como estudiantes no han dimensionado la implementación del pensamiento crítico como parte fundamental del desarrollo del individuo y por ende del profesional.

Se entiende que, para desarrollar habilidades de pensamiento crítico en el mundo académico; es importante que los docentes propicien en los estudiantes el interés en participar en actividades que fomenten el análisis y la evaluación, a través, de la lectura de artículos científicos y libros desde diferentes perspectivas, participar en discusiones y debates y buscar activamente diversas fuentes de información.

También es importante poder hacer preguntas de análisis (docentes a estudiantes y viceversa), aclarar suposiciones y estar abierto a cambiar las propias creencias a la luz de nuevas evidencias o perspectivas (Morales, 2018), derivadas de una sociedad en constante cambio, no solo desde lo tecnológico, sino de nuevas y desafiantes situaciones que aparecen y que obligan a replantear continuamente el rol de sus actores (docentes y estudiantes, entre otros).

Por consiguiente, el abordaje, estudio, análisis y solución de estas nuevas situaciones no puede mantenerse anclado a un modelo de enseñanza-aprendizaje estático, sino dinámico que permita al estudiante adaptarse satisfactoriamente a dichos cambios.

Es necesario que, los docentes sean capacitados en la incorporación de las temáticas alrededor del pensamiento crítico, tanto en las asignaturas impartidas como en el normal desenvolvimiento del individuo en la sociedad. El docente debe apropiarse del concepto

y su aplicabilidad, para luego, diseñando las estrategias más apropiadas pueda transmitir esto a los estudiantes, demostrando su importancia y correlación con el mundo que lo rodea tanto dentro como fuera del aula de clases.

Por otro lado, el pensamiento crítico y la cultura están estrechamente relacionados, ya que los antecedentes culturales y las experiencias de una persona pueden influir en la forma en que estas piensan y abordan la información. La cultura puede dar forma a las creencias, valores y suposiciones de un individuo, lo que a su vez puede influir en su capacidad de pensar críticamente.

Las perspectivas culturales pueden influir respecto a qué tipo de apuntes están expuestos los individuos y cómo acceden a ella, de la misma manera en cómo las personas interpretan la comunicación y evalúan la evidencia. Por ejemplo, en algunas culturas, puede ser más común confiar en la intuición y la experiencia personal, mientras que, en otras, puede favorecerse un enfoque más analítico.

Así mismo, es importante reconocer la influencia de la cultura en el pensamiento crítico y se debe realizar un esfuerzo por ser conscientes de los propios prejuicios y suposiciones culturales que influyen en el individuo. Tanto en el docente como en el estudiante, si atañe al mundo académico, por ejemplo. En un mundo marcado por la tecnología, es inevitable el uso de herramientas que coadyuven a formar a los futuros profesionales en las distintas ramas de la ingeniería.

En conclusión, el pensamiento crítico es una habilidad vital y esencial en el mundo actual. Permite evaluar la indagación y evidencia de manera razonada y analítica, y tomar decisiones más cercanas a lo objetivo, basadas en dicha declaración. Es una habilidad que los empleadores valoran igual o por encima de las habilidades técnicas propias de la profesión. Mientras que los educadores la valoran como herramienta que potencia el proceso de enseñanza-aprendizaje al ser un componente importante de una educación completa. Desarrollar habilidades de pensamiento crítico requiere tiempo y esfuerzo, pero es una habilidad que se puede aprender y desarrollar con práctica y experiencia.

9.1. Tecnología

¿Qué es tecnología? La cuestión surge como puntapié inicial en el desafío de quitar el velo a las relaciones entre tecnología, ingeniería, y pensamiento crítico, para concluir en pautas pedagógicas que inspiren caminos hacia la formación complementaria de ingenieros. Un comienzo podría ser caminar hacia atrás por la historia etimológica del término; así lo hacen Franssen y col. (2016) concluyendo que la tecnología se refiere a las históricas “artes prácticas”.

Si bien el concepto queda definido con demasiada amplitud para la propia intuición de tecnología en el estado actual, arroja algunas luces: tecnología como arte se refiere a la capacidad de hacer, no se queda en la mera especulación; un objeto de arte es algo que «es y está», originado por alguien; la definición está llevando a quien hace: la ingeniera o el ingeniero. Así, tecnología es un concepto fuertemente relacionado con ingeniería (los hacedores de tecnología)⁹.

Otras definiciones intentan puntualizar los objetos que se intuyen como tecnológicos: tecnología “es un conjunto increíblemente variado de fenómenos; herramientas, instrumentos, máquinas, organizaciones, métodos, técnicas, sistemas y la totalidad de todas estas cosas y otras similares en la propia experiencia” (Winner et al., 1979).

Winner, está describiendo, o enumerando, los objetos que a su entender forman las “artes prácticas”. Mientras, “la tecnología es una rama del saber constituida por el conjunto de conocimientos y competencias necesarias en la utilización, mejora y creación de las técnicas” (Nezeys, 1985, como se citó en Betancur, 1998). Definición esta que se considera tautológica: deja al ser propio en un juego circular entre “tecnología” y “técnicas”; juego donde un término incluye al otro, y sin posibilidad de dilucidar ni el uno ni el otro.

Hannah Arendt (1958) identifica la tecnología como ese mundo que se ha creado entre el ser propio y la naturaleza: “la interminable variedad de cosas cuya suma total constituye el artificio humano” (p.157). Mundo de objetos que, erigiéndose ante el ser humano,

⁹ Aunque en el término “artes prácticas” quepa también incluir otros “haceres” no relacionados con el concepto de “tecnología” imperante hoy en el imaginario social.

estabiliza al ser humano contra los movimientos cíclicos de la naturaleza y lo protege de su abrumadora fuerza (inmensamente superior a la humana).

Sin este mundo de objetos, los seres humanos estarían obligados a girar sumidos en el propio ciclo biológico de la naturaleza sin posibilidad de conquistarla para facilitar el estar en el mundo y cuidarla (Arendt, 1958, p. 157). Arendt habla de un mundo de dispositivos construido a partir de lo que da la naturaleza, en el hábitat de la naturaleza, para tomar distancia de ella; sin escindirse de ella.

También desde el plano espiritual se encuentran reflexiones sobre la relación entre naturaleza y tecnología, como la que sigue, que nos invita a considerar aquello de “tomar distancia sin escindirnos”:

“Aunque resulta duro, es bueno vivir de acuerdo con la naturaleza utilizando una tecnología primitiva basada en el corte de madera y el fuego, más que de acuerdo con la tecnología desarrollada que ha suplantado a la naturaleza creando su propio clima, etc., etc. Sin embargo, también tiene sus ventajas una casa con calefacción y un horno automático. No es necesario prestar juramento de fidelidad a ninguno de esos sistemas. Calientate como puedas, ama a Dios y ora.” (Merton, 2014).

9.1.1. Tecnología: muchedumbre de dispositivos

Cuando se ciñe la realidad que rodea al individuo a la muchedumbre de dispositivos que constituyen la tecnología (el mundo de los ingenieros o ingenieras) surge una nueva pregunta: ¿qué es un dispositivo? Michel Foucault (1926-1984) escarba en el origen del término “dispositivo” y apunta a los más diversos canalizadores de energía social impulsores de cambios o del status quo.

El Diccionario de la Lengua Española lo define como “un artificio para producir una acción prevista” (Real Academia Española, 2022); es decir, algo que en la práctica sirve y se acepta como bueno. Y es que *dispositus* (el origen latino) designa a lo que está puesto (*positus*), pero de manera divergente (*dis*); es decir, no es algo que surja espontáneamente desde la naturaleza o la sociedad, sino algo artificial con el fin de un resultado práctico: un grupo de trabajo o de estudio o un código que programa un artefacto, por ejemplo, son dispositivos.

El término es habitual entre ingenieras e ingenieros, pero circunscrito a mecanismos que canalizan energía y materiales a recursos prácticos (Weyerstall, 2015). Desde esta mirada, se afirma: tecnología es la muchedumbre de dispositivos canalizadores de energía y materiales para alcanzar resultados prácticos, y que la sociedad ve como buenos¹⁰.

9.1.2. Tecnología y conocimiento

La tecnología ha impregnado todos los ámbitos sociales, alcanzando un desarrollo no planeado, pero sí a fuerza de escrutar las leyes que gobiernan la naturaleza: a fuerza de conocimiento. Aunque es falso afirmar que tecnología es aplicación de conocimientos o, peor aún, ciencia aplicada (Weyerstall, 2015); la evolución tecnológica ha requerido conocimientos, dándose un círculo virtuoso entre el desarrollo tecnológico y el acervo de conocimientos naturales de la humanidad.

Uno ha empujado al otro sintetizando resultados prácticos aceptados por la sociedad. La traza de la evolución tecnológica no ha seguido un plan, sino más bien una especie de *random walking* como las acciones en la bolsa: ha sido, y es, imposible predecir el próximo “estado del arte”. Tal como el trayecto de circunstancias por las que atraviesa cualquier vida humana, cualquier sociedad: la humanidad.

En su novela *Stoner* (Williams, 1965), John Williams, deja traslucir lo fútil de la realización de planes; la absoluta aleatoriedad con que se presentan circunstancias, sin posibilidad de predicción a lo largo de la vida, personificadas en este caso por William. Mirando hacia atrás, la vida, se pueden encontrar causas; vistas hacia adelante, los efectos son impredecibles.

¹⁰ La definición cumple con el principio de “convertibilidad toto-total” delimitando con exactitud el concepto definido: tecnología; la convertibilidad toto-total se manifiesta en la posibilidad de intercambiar sujeto y predicado sin alterar la definición (Venturini, 1959, pg. 56, 58): “la muchedumbre de dispositivos canalizadores de energía y materiales para alcanzar resultados prácticos y que la sociedad ve como buenos, es tecnología”.

“Nos comportamos, al menos, como si fuéramos libres” afirma Luis Farré (1972) en *Hombre y Libertad* y refiere al acto libre como para el que no está fijada una única manera de realizarse; sino que pudo haberse ejecutado de diversas maneras, incluso omitido. El acto libre no puede explicarse en su totalidad desde las causas, antecedentes al acto, como sí se explican los acontecimientos físicos.

En el acto libre subsiste un último origen, no originado, y que no cabe más que adjudicar al misterio¹¹ subjetivo de la persona; los efectos de un proceso intervenido por la libertad humana, trasciende las explicaciones procedentes de las ciencias naturales, psicológicas, y sociológicas.

Presenta un punto disruptivo: la libertad humana, pero no solo en los aconteceres propios del ser humano se encuentran saltos que trascienden predicciones desde lo científico; también la evolución del Universo presenta tales disrupciones impredecibles, y solo por tomar un caso como ejemplo: ¿Quién imaginara, por ejemplo, que, del caótico estadio primitivo, al transcurso de períodos extensos, surgiera tanta diversidad de seres vivientes y, a la postre, el hombre?, se pregunta Farré (1972).

Hoy se agrega: todos interdependientes. Lo anterior explica al propio entender la imposibilidad de predecir el devenir tecnológico, social, humano, y universal; y no contradice la íntima relación entre conocimiento y evolución tecnológica apuntada con anterioridad.

En efecto; cada dispositivo conformando tecnología es un microcosmos originado por voluntad humana, disminuyendo la entropía universal: el orden natural de las cosas; el cosmos, del griego *kósmos*: orden. Por lo tanto, hacer tecnología necesariamente demanda conocer ese cosmos, y las consecuencias permanecerán impredecibles.

Por otro lado, más tecnología no necesariamente implica adquisición de conocimiento. Con la aparición de herramientas tecnológicas a lo largo de la historia, se ha producido la aparición de distintos tipos de

¹¹ Misterio no intenta referir a lo totalmente desconocido; sino a lo que, pudiendo ser conocido, no alcanzamos a conocer en su totalidad: siempre queda por delante un fondo desconocido para nosotros, por más que penetremos en sus mínimos detalles y mecanismos

conocimiento, tales como, el aprendizaje de uso, la diversidad de uso, el uso como herramienta consolidadora de conocimiento, entre otras.

Sin embargo, todo lo anterior solo puede alcanzarse cuando el uso de la herramienta ha sido un acto conscientemente del individuo y de la sociedad, es decir, se ha utilizado de manera crítica, analizando sus ventajas y desventajas de su uso, las aplicaciones positivas y negativas, entre otras. Sin este proceso, el universo tecnológico discurrirá en elementos inocuos, sin aporte a la sociedad en pro de su crecimiento y desarrollo tanto tecnológico como social.

9.2. Ingeniería para los fines

¿Qué es la ingeniería?: el mundo de las ingenieras e ingenieros, las hacedoras y hacedores de tecnología; para responder esta cuestión se toma como referencia lo conceptualizado por la Agencia de Acreditación de Programas de Ingeniería y Tecnología (*Accreditation Board for Engineering and Technology*: ABET) encargada de establecer los requerimientos de calidad de programas de ingenierías en Estados Unidos.

La definición de ABET ha sido asumida como referencia en el mundo, occidental¹² al menos, y por esto se ha de referenciar en ella. ABET define la ingeniería como “la profesión en la que el conocimiento de las ciencias matemáticas o físicas obtenido mediante el estudio, la experiencia y la práctica se aplica con [buen] juicio¹³ para desarrollar formas de utilizar, económicamente, los materiales y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad.” (citado por Giuliano et al., 2022). Surgen de su lectura algunas disonancias, por ejemplo:

1. ¿Cómo puede una persona formada solo en ciencias naturales y matemáticas, desde el estudio o la práctica, evaluar su buen juicio con relación a perseguir un beneficio para la humanidad?
2. ¿Qué es «beneficio para la humanidad»?

¹² Occidental, en nuestro caso, refiere no sólo a países en torno al Atlántico Norte; sino, especialmente, incluyendo a Iberoamérica.

¹³ La palabra *judgement* en inglés se relaciona con el “buen juicio” en español, no con cualquier juicio.

El tema es tratado en el capítulo "*Judgment*" del libro "*Engineering Philosophical discussions and pedagogical opportunities*" (Fritzsche & Santa-María, 2023), donde se relaciona el buen juicio en ingeniería con la necesidad de ampliar sus horizontes formativos hacia ciencias sociales y humanismo. Concluye el capítulo exponiendo la importancia de integrar, especialmente, el pensamiento crítico en el currículo de las ingenierías.

No es común desde la ingeniería incorporar conceptos sociales ni humanistas y es propio de ingenieras e ingenieros formados entre muros del saber técnico (matemáticas, ciencias naturales y aplicaciones prácticas) ceñir sus miradas al puro mundo de dispositivos tecnológicos. Escapa a la formación actual en ingeniería la pretensión de Ortega (2007) en lo que identifica como "cultura".

Ortega (2007) concibe la cultura como una especie de brújula que permite al ser "caminar, sin torpeza, entre mujeres y hombres", y no presos de "la peculiarísima brutalidad y agresiva estupidez con que se comporta un hombre cuando sabe mucho de una cosa e ignora de raíz todas las demás". "Es esta la consecuencia del mero cultivo técnico: mutilación" (Weyerstall, 2015). Tampoco se ve en la definición de ABET una mirada hacia las necesidades culturales expuestas arriba, y deja sin respuestas la incongruencia cardinal del "buen juicio para beneficio de la humanidad".

Se han dejado de lado cualidades culturales en la formación de ingenieras e ingenieros. Y no se está acertando en el horizonte que se ha fijado para la ingeniería, se ha reducido la visión o mirada al «metro cuadrado» del nicho técnico y se está olvidando del ecosistema que da sentido a ese nicho. Lo afirman Giuliano y col. (2017):

...la ampliación de la educación tecnológica requiere de una nueva clase de pregunta durante el período de formación. Así como en sus comienzos los estudios de ingeniería estaban fundamentalmente asociados a conocer cómo funcionan los mecanismos; así como, señalando un giro importante, se sumó al abordaje anterior la inclusión de las ciencias exactas necesarias para conocer por qué los mecanismos funcionan de la manera que lo hacen; ahora, frente a la realidad y los desafíos de la época actual, es tiempo de sumar una tercera aproximación relacionada con preguntas contextuales que abran la

interrogación por los fines: para qué y para quién funciona y cuáles son sus costos y consecuencias amplias. (2017, p. 14).

La pregunta sobre los fines cambia el contexto desde donde se mira la ingeniería; el énfasis se desplaza hacia la continuidad entre la tecnología y contexto, entre ingenieras e ingenieros y cultura. Sin formación cultural abarcadora de lo social, lo humano, el arte, la ética, la economía, el medioambiente, y también la tecnología, rara vez el ser propio se puede oponer a un mundo propio efectivo y compensador del efecto alterativo provocado por la propia propensión al mundo de los artefactos. En pocas ocasiones se pueden articular pensamientos fuera de los tres muros que cercenaron a los ingenieros o ingenieras: matemática, ciencias naturales, y tecnología.

Aislamiento que mantiene a los ingenieros o ingenieras casi de rehenes sin criterios para evaluar las decisiones empresariales, dejándolas como únicas encargadas de definir los problemas y los términos de las soluciones aceptables. Adicionalmente, actúa también de manera contraproducente por intermedio de la segregación comunicativa, que aísla a los ingenieros o ingenieras de su entorno social.

Y se podría completar afirmando que, sin formación cultural, las ingenieras e ingenieros quedan escindidos de la sociedad. Se tiene, entonces, ante el propio ser, dos temas a tratar referidos a la formación ingenieril: el permanente rehuir de la subjetividad que hace sujetos, y la ignorada relación con la cultura.

9.3. Formación cultural

Fueron autores alemanes quienes, principalmente, introdujeron el término cultura (*Kultur*) en las ciencias sociales, hoy incorporado a la psicología, la sociología, y la filosofía. Viene de cultivar la tierra: cultura (*Kultur*) es cultivar al ser. Pero cultivar ¿en qué?, ¿para qué? El mundo de objetos entre el ser humano y la naturaleza que menciona Arendt (1958) es posible gracias a la cultura; por lo tanto, es la cultura la que contribuye al despliegue de las propias capacidades que, sin ella, disminuirían hasta desaparecer.

El ser humano no viene dotado con instintos de supervivencia; sí, los animales. Un instinto es un comportamiento complejo orientado a la supervivencia, y es universal para la especie; es decir, es propio de cada miembro de la especie.

Se nace inacabados en el terreno psicofísico; la naturaleza no proporciona todo lo necesario para sobrevivir, y por eso, junto con otros, se ha de continuar construyéndose; aprendiendo de los contemporáneos y de las generaciones pasadas; es decir, se sobrevive solo insertos en un proceso cultural. En relación con los otros, con el ser propio, con la naturaleza, y con lo “desconocido”. Se cultiva el saber, el saber hacer, y el saber convivir. Tres saberes fundantes del desarrollo cultural.

Se nace sin instintos, inacabados, pero con el don de la libertad; esa capacidad connatural de introducir singularidades en la cadena causa-efecto y torcer las consecuencias, predictibles desde el análisis causal. Gracias a la innata libertad es que se puede crear nuevas condiciones de entorno o adaptarse a las más variadas circunstancias físicas y sociales: se puede crear e insertarse en las varias culturas. Si algo define al propio ser; ese algo es la capacidad cultural, producto de la libertad.

9.3.1. Diversidad cultural

Pero si la cultura es esencia humana, si cultura es lo que queda cuando se desarropa a ingenieras e ingenieros de sus saberes técnicos, a diferencia de lo técnico, la cultura es diversa, no uniforme. La cultura no está sujeta a leyes naturales; sino, sociales. Y, como se destacó anteriormente, es dependiente de la libertad humana y de la interdependencia del todo humano. Un sustento humano que no es inmóvil a lo largo del tiempo ni a lo ancho del espacio: la cultura cambia de una sociedad a otra y de una época a otra.

La ingeniería y el arte son dos disciplinas que, aunque puedan parecer distintas, comparten rasgos comunes, especialmente en el ámbito tecnológico y estético. La ingeniería es el arte de aplicar el conocimiento científico y matemático para resolver problemas prácticos y mejorar la calidad de vida de las personas. El arte es la expresión creativa y emocional de los seres humanos a través de diversos medios y técnicas.

Ambas disciplinas requieren de ingenio, creatividad, innovación y rigor, así como de una visión integral y crítica de la realidad. Además, ambas disciplinas tienen una dimensión social y cultural, ya que reflejan y transforman los valores, las necesidades, las expectativas y los conflictos de las sociedades en las que se desarrollan.

9.3.2. Ingeniería y arte

A lo largo de la historia, la ingeniería y el arte han interactuado y se han influido mutuamente, dando lugar a obras que combinan la funcionalidad técnica con belleza estética. Algunos ejemplos de esta relación son el uso controlado del fuego por parte de los primeros humanos, que les permitió no solo sobrevivir, sino también crear arte rupestre; el arco romano, entre otros.

El fuego fue una innovación estructural que permitió construir edificios más amplios y resistentes, pero también más elegantes y armoniosos; el automóvil, que fue un invento que revolucionó la movilidad y el transporte, pero también un objeto de diseño y expresión personal; o el teléfono móvil, que es un dispositivo que facilita la comunicación y el acceso a la información, pero también un medio para crear y consumir arte digital (Hernani, 2018).

Por lo tanto, se puede afirmar que la ingeniería y el arte son dos caras de una misma moneda, que se complementan y enriquecen entre sí. La ingeniería aprende del arte a fomentar la creación sin límites, experimentando con diferentes modelos de pensamiento. El arte utiliza e implementa lo que es desarrollado por la ingeniería, aprovechando los recursos que le ofrece para crear y transmitir sus mensajes. Así, la ingeniería y el arte contribuyen al desarrollo humano, social y cultural, desde una perspectiva interdisciplinaria e integral (Ensaldo, 2021).

9.3.3. Tecnología: expresión cultural

La cultura es el conjunto de significados que los seres humanos construyen y comparten para interpretar y transformar la realidad; no es una realidad estática y homogénea, sino que es dinámica y diversa, producto de la interacción social y la libertad humana. La cultura se manifiesta en múltiples formas, como las creencias, los valores, las normas, las costumbres, las instituciones, las artes, las

ciencias y las tecnologías. La cultura influye en la forma de percibir, pensar, sentir y actuar de los individuos y los grupos, así como en la forma de relacionarse con el entorno natural y social.

La tecnología es una expresión de la cultura, que implica la aplicación del conocimiento científico y técnico para resolver problemas prácticos y satisfacer necesidades humanas. La tecnología no es neutra ni determinista, sino que está condicionada por los valores, intereses y fines de quienes la crean, usan y difunden. La tecnología también tiene un impacto en la cultura, ya que modifica las formas de comunicación, información, educación, trabajo, ocio, consumo y participación.

En la actualidad, vivimos en una época de cambios culturales acelerados y profundos, impulsados por el desarrollo tecnológico. La globalización, la digitalización, la inteligencia artificial, la biotecnología y la nanotecnología son algunos ejemplos de innovaciones tecnológicas que están transformando la sociedad y la cultura a nivel mundial. Estos cambios plantean nuevos desafíos y oportunidades para el ser humano, que debe adaptarse a un entorno cada vez más complejo, incierto y diverso.

Coherencia y homogeneidad son atributos ausentes en cualquier cultura. Los conflictos culturales no se dan tanto desde una cultura a otra, Oriente-Occidente o Norte-Sur, por ejemplo, como en la permanente dialéctica entre tradición y novedad. Entre conservar y cambiar. Y la rápida evolución tecnológica ha puesto el conflicto sobre la mesa, generando debates y promoviendo cambios individuales y colectivos que esparcen incoherencias y heterogeneidad a lo largo y ancho de cada cultura y entre culturas. El lugar donde se manifiesta con mayor claridad y fuerza una cultura, su tradición y cambio, es en la lengua.

Es importante, para conducirse “sin tropiezos entre mujeres y hombres” (Ortega y Gasset, 2007), conocer los laberintos culturales en los que se está inserto y que contextualizan las acciones para dotarlas de significado. Sobre esto se cree oportuno destacar que la asimilación de otra cultura, ajena a la “materna”, es tan difícil como una conversión religiosa. Se puede llegar a estudiar, interiorizar, y hasta participar de una cultura; pero asimilarla, hacer la mía, es otra cosa. Se puede entender gran parte de la cultura del antiguo Egipto,

pero no es eso asimilarla, hacer de ella mi cultura, y comportarme como un egipcio.

9.4. Pensamiento crítico

Puede ser considerado como un conjunto de habilidades cognitivas que le permite a las personas pensar de manera más efectiva, tomar mejores decisiones y resolver problemas complejos; así mismo, se puede decir que se trata de la capacidad de una persona para analizar, evaluar y cuestionar una determinada información. El desarrollo de habilidades de pensamiento crítico puede coadyuvar a las personas a convertirse en mejores solucionadores de problemas, tomar decisiones más informadas e incluso mejorar la comunicación interpersonal y con otras audiencias (Arturo et ál., 2009; Febres & Alirio, 2017).

El pensamiento crítico, al permitir concluir o juzgar o decidir de manera argumentada, con fundamentos, es transversal a distintos aspectos de la realidad humana; por ejemplo, educación, negocios, relaciones interpersonales y profesionales, entre otros. Quienes dominan estas habilidades pueden aplicarlas de muchas maneras diferentes, como evaluar hechos y evidencia, interpretar y analizar argumentos, reconocer falacias y sesgos, y comprender las implicaciones y consecuencias de sus propias decisiones y las de los demás (Herrero, 2016).

Por lo anterior, se puede comprender que el pensamiento crítico debería ser una parte esencial de la formación académica ingenieril, ya que le permitiría al futuro profesional evaluar diversos aspectos de una situación o problema, implicando esto un análisis (en la medida de lo posible) “objetivo” y una profunda comprensión del contexto y de las relaciones que se encuentran en torno de la situación o problemática planteada, conllevando esto a lograr un mejor análisis y una mejor solución a cualquier problema.

9.4.1. *Pensamiento crítico e ingeniería*

La formación de los estudiantes de ingeniería en las instituciones de educación superior implica el desarrollo de competencias técnicas y transversales que les permitan enfrentar los retos del mundo actual.

Entre estas competencias, el pensamiento crítico es una de las más relevantes y demandadas, ya que implica la capacidad de analizar, evaluar y generar argumentos racionales, lógicos y coherentes, libres de prejuicios, sesgos y subjetividades. El pensamiento crítico también implica la capacidad de resolver problemas complejos, tomar decisiones informadas, comunicarse efectivamente y actuar de manera ética y responsable (Herrero, 2016). Sin embargo, la incorporación del pensamiento crítico en el currículo y la práctica educativa de la ingeniería no es una tarea fácil, ya que se enfrenta a diversas dificultades, como la selección y el uso adecuado de los recursos tecnológicos, tanto para fines académicos como personales, la articulación entre la teoría y la práctica, la evaluación de los aprendizajes y el rol del docente como facilitador y mediador (Díaz et al., 2019).

Por lo tanto, se requiere de una reflexión crítica sobre los fines, los medios y los resultados de la educación en ingeniería, así como de una innovación pedagógica que promueva el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes, mediante estrategias como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje colaborativo, el aprendizaje por proyectos, el aprendizaje por indagación, entre otras (Cárdenas-Oliveros, 2022).

En este sentido, y por iniciativa de docentes-investigadores, apoyados por el centro de educación superior donde laboran, han empezado a desarrollar investigaciones que permitan identificar las mejores estrategias para promover el pensamiento crítico en estudiantes, así como las estrategias que posibiliten medirlo (Douglas, 2012).

Se ha observado que determinar los parámetros para la medición del pensamiento crítico es aún más complejo que las estrategias específicas que permitan desarrollar en el estudiante el pensamiento crítico (Douglas, 2012; Mejía, 2009), esto debido a las distintas teorías alrededor del pensamiento crítico y que toman parámetros muy diferentes los unos de los otros respecto a lo se considera importante para poder desarrollar en un estudiante pensamiento crítico.

Debido al perfil profesional del estudiante de ingeniería, el pensar de manera crítica se vuelve de vital importancia, ya que este profesional será parte de un equipo de trabajo que busque solucionar diversidad de situaciones-problemas a través del análisis de datos, manejo de herramientas (tecnológicas o no), y lo más importante de su capacidad de razonar objetivamente sobre las distintas implicaciones y consecuencias de todos los actos desarrollados tanto para sí mismos como para el actor o lugar intervenido.

9.4.2. Pensamiento crítico y tecnología

Las instituciones de educación superior han incorporado (conforme evolucionan los tiempos) de una u otra manera elementos tecnológicos a la vida académica, con el fin de mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes de acuerdo a investigaciones académicas (Ríos & Mollinedo, 2017; Sánchez, 2018; Taipe, 2019); permeando actividades dentro o fuera del aula de clase, así como en los laboratorios de las distintas asignaturas, en los trabajos de grado (tesis, tesinas, etc.), y en los proyectos de investigación.

Estas incorporaciones van desde elementos como *software* licenciado o gratuito (GeoGebra, Matlab, Scilab, entre otros) para la comprensión de conceptos relacionados con las ciencias básicas (matemática, física, química y biología), pasando por *software* especializados (Proteus, ArcGIS, Architeck, entre otros) utilizados en programas de ingeniería electrónica, ambiental y de sistemas (solo por mencionar algunos programas); hasta la adquisición de *hardware* (equipos) como computadores de última generación, analizadores de redes vectoriales, impresoras 3D, impresoras de biomateriales, aulas STEM, microscopios de última generación, entre otros; estos por nombrar algunos ejemplos.

Con el objetivo de medir cualitativa y cuantitativamente el efecto de la utilización de elementos tecnológicos en el aula de clase, algunos investigadores (Akbulut et al., 2018; Belagra & Draoui, 2018) han desarrollado estudios con estudiantes en el que han medido el nivel de comprensión de los conceptos impartidos con y sin la utilización de herramientas tecnológicas. Los resultados mostraron un mejor entendimiento de las temáticas estudiadas; generando confianza en el estudiante mismo, lo que a su vez se traduce en un mejor

ambiente de clase y una mejor disposición hacia la adquisición de nuevos conocimientos.

Sin embargo, algo en lo que adolece algunas de estas investigaciones, es lo relacionado con el uso consciente de estas herramientas y el impacto que estas pueden traer tanto en el individuo mismo, como en la sociedad sobre la cual se van a implementar estas herramientas. No se han aprovechado dichos esfuerzos en ir un poco más allá, y concientizar al estudiante en el ¿cómo?, ¿para?, ¿qué?, ¿cuándo?, y ¿dónde?, relacionadas con el uso de estas herramientas. Tampoco se ha logrado que el estudiante reflexione sobre preguntas tales como ¿para qué me sirve utilizar todas estas herramientas?, ¿puedo ayudar a mejorar la sociedad utilizando estas herramientas?, ¿será que puedo resolver problemas reales si utilizo estas herramientas?, ¿cómo mejorar como persona al utilizar estas herramientas? ¿Podré dejar de usar estas herramientas y seguir aprendiendo de igual manera?

9.5. Un hogar de tres

La aparición y posterior incorporación de la tecnología en el aula de clase, laboratorios y en general en las instituciones de educación superior, no garantiza un avance significativo en cuanto al proceso de enseñanza-aprendizaje en el cual se ven inmersos estudiantes y docentes, toda vez que la tecnología por sí sola no tiene el poder para realizar procesos de transformación de los actores antes mencionados (docentes y estudiantes).

Por otro lado, un ingeniero(a) crítico(a) puede desarrollar la habilidad de reconocer las potencialidades y limitaciones de las diferentes herramientas tecnológicas a su alcance con el fin de solucionar problemas o situaciones de su entorno. En este sentido, se hace necesario primeramente que el estudiante esté en capacidad de reconocer dichas situaciones y analizarlas críticamente, entendiendo el impacto que pueda tener su uso, no solamente en la solución de la problemática, sino también en el ser humano intervenido, así como en el ingeniero(a) en sí.

Es por esta razón que la corriente conocida como Pedagogía Crítica o Pedagogía Radical se ha enfocado en la relación del uso de las herramientas (tecnológicas o no) respecto al ser que las usa, al medio intervenido y las consecuencias de lo anterior sobre terceros (Mejía, 2009).

La tecnología ha abierto nuevas posibilidades para la enseñanza de conceptos abstractos en diversas áreas del conocimiento, como las matemáticas, la física, la química, la ingeniería, entre otras. Estos conceptos, que a menudo son difíciles de comprender y visualizar por los estudiantes, pueden ser explicados y ejemplificados mediante el uso de herramientas tecnológicas, como *software*, simuladores, animaciones, gráficos, etc. Estas herramientas permiten crear representaciones dinámicas y concretas de los conceptos abstractos, facilitando su aprendizaje significativo.

Sin embargo, para aprovechar el potencial de la tecnología en la enseñanza de conceptos abstractos, los docentes deben estar capacitados y actualizados en el uso pedagógico de estas herramientas. La formación continua de los docentes en competencias digitales es una necesidad y un desafío en el contexto educativo actual. Los docentes deben ser capaces de seleccionar, diseñar e integrar las herramientas tecnológicas adecuadas para cada concepto y cada situación de aprendizaje, teniendo en cuenta los objetivos, los contenidos, los métodos y las evaluaciones. Así, los docentes podrán innovar y optimizar sus prácticas educativas, ofreciendo a los estudiantes experiencias de aprendizaje más motivadoras, interactivas y efectivas.

Los programas de ingeniería en Latinoamérica están enfocados en motivar a los estudiantes en la adquisición y desarrollo de conocimientos científicos-tecnológicos que en el mejor de los casos puedan beneficiar a la humanidad, lo cual está bien desde el punto de vista de la contribución en la construcción y generación de nuevos conocimientos y su impacto en la sociedad, sin embargo, falta fomentar en los estudiantes actividades que inviten a reflexionar sobre el impacto de las distintas tecnologías (afín a cada carrera ingenieril o no) sobre los individuos como seres humanos y como colectivo.

En este apartado nos permitimos mencionar como ejemplo a la organización sin fines de lucro Ondula, que realiza dramatizaciones teatrales sobre este tópico, aunque enfocado a las TIC (Tecnologías de Información y Comunicaciones), pero que se pudiera extrapolar a tecnologías más específicas de las ingenierías, con el fin de generar un pensamiento crítico en el estudiantado respecto a los temas antes mencionados. Estas dramatizaciones están desarrolladas por profesionales de distintas disciplinas, incluyendo Ingenieros en Telecomunicaciones.

9.6. Conclusiones

En el presente capítulo se concluye que la integración del pensamiento crítico al currículo de ingeniería es una necesidad que no puede continuar aletargándose. Los tiempos apremian. Las ingenieras e ingenieros se ven hoy expuestos a decisiones con infinidad de variables; no solo técnicas, sino de carácter social y humano.

El análisis, evaluación, discernimiento, juicio, y decisión para cada cuestión profesional, requiere de un camino signado por la objetividad. Y el pensamiento crítico aporta o sugiere un camino para alcanzar decisiones basadas en juicios sustentados por fundamentos contundentes y sólidos. Donde confluyen hechos, indicios, valores culturales, creencias, credibilidad de fuentes, que permiten determinar la situación objetiva sobre la que se debe decidir.

Necesariamente, para llegar a decisiones de esta índole, no se puede evadir ampliar los horizontes desde los cuales se mira la situación; sino que se debe incorporar criterios por encima de lo meramente técnico para una decisión más cercana a la objetividad, en la que sea patente el “buen juicio”, y se acerque a “beneficiar a la humanidad”. O al menos las posibles consecuencias de largo plazo queden expuestas. Consecuencias de orden moral, ecológico, social, y técnico.

Referencias

- Akbulut, A., Catal, C. & Yıldız, B. (2018). On the effectiveness of virtual reality in the education of software engineering. *Computer Applications in Engineering Education*, 26(4), 918–927. <https://doi.org/10.1002/cae.21935>
- Arendt, H. (1958). *La Condición Humana* (M. Cruz, Ed.). Espasa Libros, S. L. U.
- Arturo, J., Uribe, C. y Rozo, A. G. (2009). Pensamiento Crítico y Aprendizaje Activo en Ingeniería. *Revista Educación En Ingeniería*, 4(7), 98–106. <https://doi.org/10.26507/rei.v4n7.76>
- Belagra, M. & Draoui, B. (2018). Project-based learning and information and communication technology's integration: Impacts on motivation. *International Journal of Electrical Engineering and Education*, 55(4), 293–312. <https://doi.org/10.1177/0020720918773051>
- Betancur, J. (1998). Conceptos Básicos sobre Tecnología. *Revista Universidad EAFIT*, 34(109). Disponible en: <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/1136>
- Cárdenas-Oliveros, J., Rodríguez-Borges, C., Pérez-Rodríguez, J. y Valencia-Zambrano, X. (2022). Desarrollo del pensamiento crítico: Metodología para fomentar el aprendizaje en ingeniería. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 28(4), 512–530. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8703859>
- Díaz-Larenas, C., Ossa-Cornejo, C., Palma-Luengo, M., Lagos-San Martín, N. y Boudon, J. (2019). El concepto de pensamiento crítico según estudiantes chilenos de pedagogía. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, (27), 275–296. <https://doi.org/10.17163/soph.n27.2019.09>
- Douglas, E. P. (2012). Defining and Measuring Critical Thinking in Engineering. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 56, 153–159. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.642>
- Enseldo V. (2021). *Carreras de ingeniería y arte: ¿cómo se relacionan?*. UNITEC. <https://blogs.unitec.mx/vida-universitaria/carreras-de-ingenieria-y-arte-como-se-relacionan/> [último acceso: 02 octubre 2023].
- Farré, L. (1972). *Hombre y libertad*. Editorial Columba.

- Febres, M. y Alirio, Á. (2017). *Las pedagogías alternativas desarrollan el pensamiento crítico The alternative pedagogies develop critical thinking*. Educere.
- Franssen, M., Vermaas, P., Kroes, P. & Meijers, A. (2016). *Philosophy of Technology after the Empirical Turn* (Vol. 1). Springer Cham. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-33717-3#bibliographic-information>
- Fritzsche, A. & Santa-María, A. (2023). *Rethinking Technology and Engineering: Dialogues Across Disciplines and Geographies* (Vol. 1). Springer.
- Giuliano, G., Giri L., Nicchi F., Weyerstall, W., Ferreira, L., Parselis M. & Vasen F. (2022). *Critical Thinking and Judgment on Engineer's Work: Its integration in Engineering Education*. Taylor & Francis in Engineering Studies.
- Giuliano, G., Nicchi, F. y Parselis M. (2017). La enseñanza de la ingeniería y la educación tecnológica. Un desarrollo humano a la luz de Laudato Si', EDUCA, 2017. La enseñanza de la ingeniería y la educación tecnológica. Un desarrollo humano a la luz de Laudato Si'. <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/investigacion/ensenanza-ingenieria-laudato-si.pdf> [última consulta: 02 octubre 2023]
- Hernani B. (2018). Ingeniería Y Arte: Un Mismo Universo. *Revista Crítica*. <https://www.revista-critica.es/2018/05/06/ingenieria-y-arte-un-mismo-universo/> [último acceso: 02 octubre 2023].
- Herrero J. (2016). *Elementos del Pensamiento Crítico*. Instituto Universitario de Investigación en Estudios Latinoamericanos. Marcial Pons Ediciones Jurídicas y Sociales.
- Mejía, A. (2009). Tres Esferas de Acción del Pensamiento Crítico en Ingeniería. *Revista Iberoamericana de Educación*, 4(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.35362/rie4932091>
- Merton, T. (2014). *Diarios (1939-1968)* (Vol. 1). Mensajero.
- Morales, P. (2018). Aprendizaje basado en problemas (ABP) y habilidades de pensamiento crítico ¿una relación vinculante? *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación Del Profesorado*, 21(2), 91. <https://doi.org/10.6018/reifop.21.2.323371>
- Nezeys, B. (1985). *Comercio Internacional* (Vol. 1). Económica.
- Ortega, J. (2007). *Misión de la Universidad*. Biblioteca Nueva.
- Real Academia Española. 2023. <https://dle.rae.es/> [último acceso: 17 agosto 2023].

- Ríos, V., & Mollinedo, R. (2017). *Influencia del software matlab en el aprendizaje de sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden en los estudiantes de Ingeniería Universidad Alas Peruanas*. <https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/460/049-2018-UNAMAD-VRI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, R. (2018). *TIC en la educación universitaria: experiencias en la enseñanza de matemáticas en la PUCP*. In C. Gaita, J. Flores, F. Ugarte, & C. Quintanilla (Eds.), IX Congreso Internacional sobre Enseñanza de las Matemáticas. <https://repositorio.unh.edu.pe/items/7424cc5c-1dd3-4300-b9fb-aca2e01bf91d>
- Taipe, C. (2019). Aplicación del software MATLAB en el aprendizaje de la cinemática lineal de una partícula en estudiantes universitarios de ingeniería. *Revista Innova Educación*, 1(3), 281–287. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2019.03.002>
- Weyerstall, W. (2015). Ser ingeniero Ser Engenheiro Being an engineer. *Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad*, 10(29), 263–272.
- Williams, J. (1965). *Stoner* (R. Fresán, Ed.; Vol. 1). Fiordo.
- Winner, Langdon., Alberto, Cardín., & Font, Ramón. (1979). *Tecnología autónoma. La técnica incontrolada como objeto del pensamiento político*. Barcelona. Ed. Gustavo Gili.

Comentarios finales

Los docentes que intervinieron en la obra, sienten su inquietud por mostrar sus habilidades pedagógicas en el desarrollo del pensamiento crítico en sus diferentes disciplinas. Siendo este el inicio de una serie de encuentros académicos de discusión y reflexión, donde se comparten vivencias inherentes que contribuyen a mejorar los procesos de formación universitaria en diferentes contextos.

El pensamiento crítico es una habilidad de tipo transversal, presente en los diferentes escenarios de la vida, por lo que es importante preparar al futuro profesional para actuar bajo esta figura, independiente de su desempeño laboral. Este trabajo permitió la divulgación de diferentes experiencias sobre la implementación del pensamiento crítico en la educación superior, por medio de diferentes estrategias didácticas, así como procesos de evaluación del uso de habilidades de este tipo. Para su culminación, contó con el apoyo y participación de académicos e investigadores de importantes universidades de Colombia, México y Argentina. En este se incluyeron diversos enfoques, entre los que se tienen el reflexivo, el argumentativo, investigación original con soporte cuantitativo y cualitativo, así como el resultado de revisión de literatura. Las notas aquí expresadas, pudieron ser expuestas por medio de la libertad de un lenguaje usado bajo la figura de la inclusión y enmarcadas en un propósito general.

El estudio del pensamiento crítico incluyó desde varias perspectivas: habilidades y espíritu crítico (disposiciones, hábitos y rasgos de carácter); bajo componentes cognitivos, afectivos y motivacionales, respectivamente. Los escenarios académicos en los que se desarrollaron las investigaciones, fueron en programas que van desde

las licenciaturas (formación de maestros), pasando por el Derecho (bajo una figura netamente humanística y con análisis filosófico) y por el sector salud (análisis argumentativo) hasta las Ingenierías (con un enfoque técnico). Se disponen para lo anterior, estrategias de tipo didáctico, curricular, cognitiva entre otras. Cabe resaltar, que en algunos estudios de tipo cualitativo se usó para la medición del nivel de pensamiento crítico en los estudiantes, pruebas como las de Halpern (HCTAES) y la de Cornell.

Cerca del 55% del total de las fuentes de información usadas en el libro, cuentan con menos de 10 años de publicación, lo que evidencia una preocupación por parte de académicos y expertos en la enseñanza del pensamiento crítico, en los nuevos profesionales. El 62,5% del total de las publicaciones es en idioma español, razón que demuestra los avances investigativos en el sector científico hispano parlante. Los referentes teóricos más citados en esta obra son Robert Ennis, Peter Facione, Richard Paul, Linda Elder, Diane Halpern y Harvey Siegel entre otros.

Este estudio, permitirá a los futuros profesionales, actuar bajo la habilidad del pensamiento crítico, cuando tengan que asumir posiciones, analizar argumentos y evidencias, juzgar la credibilidad de fuentes, identificar supuestos, así como suministrar explicaciones y tomar decisiones. Por lo anterior, es importante que la enseñanza de esta destreza del pensamiento crítico, inicie y se fomente desde la formación preuniversitaria, de tal manera que cuando emprendan su verdadero proyecto de vida, lleguen con la libertad de cuestionar a sus maestros, los diferentes procesos y procedimientos y cuenten con los elementos de juicio necesarios para aceptar o refutar dichas apreciaciones.

Como epílogo, mencionar que este tipo de labores académicas, permitió demostrar que valió la pena el sacrificio de un tiempo y espacio significativos por parte de todas y cada una de las personas que con esmerada dedicación y con gran satisfacción, aportaron para lograr finalmente un documento que contribuirá en la formación de futuros profesionales.

Es importante agradecer a las directivas de la Unidad Central del Valle del Cauca, quienes a través del proyecto de investigación No. PI-1300-50,2-2023-35 del año 2023, aprobaron los recursos necesi-

rios para llegar a feliz término esta obra de interés en la comunidad académica. Además, resaltar el apoyo y participación de todos y cada uno de los autores (nacionales y extranjeros), en representación de sus respectivas universidades, en quienes se encontró eco al llamado a participar en este documento, resultado de investigación y en el que compartieron sus prácticas y resultados.

Semblanza de los autores

Luis Fernando Plaza Gálvez

Es Ingeniero electricista y Magíster en Enseñanza de la Matemática, ambas de la Universidad Tecnológica de Pereira (Colombia). Su línea de investigación es la modelación matemática en ingeniería. Ha desarrollado proyectos de investigación en la línea de Resolución de Problemas y teoría de obstáculos y actualmente procesos de pensamiento crítico en la formación de ingenieros. Ha participado en eventos nacionales e internacionales en la línea de Educación Matemática, y ha orientado proyectos de grado de Maestría en la línea de Resolución de Problemas. Actualmente, es profesor Titular en la Unidad Central del Valle del Cauca, con sede en Tuluá-Colombia, es miembro activo-fundador del grupo latinoamericano de Formación de Ingenieros desde la Matemática Educativa FIME e integrante del grupo de investigación ENERGÍAS.

Paola Andrea Mina Gómez

Estudió Psicología en la Universidad de Manizales, Magíster en Educación: Desarrollo Humano, de la Universidad San Buenaventura en Colombia y Doctora en Ciencias de la Educación de la Universidad Cuauhtémoc Aguascalientes, México. Actualmente, es docente y miembro del grupo de investigación ILA (Investigación en Lingüística Aplicada) de la Facultad Ciencias de la Educación de la Unidad Central del Valle del Cauca (UCEVA), con sede en Tuluá-Colombia, e Investigadora Junior reconocida por MinCiencias. Ha sido autora de varios artículos y libros, así como directora de

varios proyectos de grado en la línea de pensamiento crítico en los procesos de enseñanza.

Heberth Caicedo Saldaña

Es licenciado en Lenguas Modernas y Traducción de la Universidad del Quindío, Magíster en Bilingüismo de la Universidad del Valle en Colombia, Magíster en Literatura francesa y lingüística de la universidad de Ginebra – Suiza y Candidato a Doctor en Ciencias Lingüísticas de la Universidad de Buenos Aires – Argentina. Director del Grupo de investigación ILA (Investigación en Lingüística Aplicada). Actualmente, es Docente e investigador de la facultad Ciencias de la Educación de la Unidad Central del Valle del Cauca (UCEVA), con sede en Tuluá – Colombia. Ha sido autora de varios artículos y libros, así como directora de varios proyectos de grado en la línea de pensamiento crítico en los procesos de enseñanza.

Juan Pablo Serna Giraldo

Es Ingeniero de Sistemas y de Telecomunicaciones de la Universidad de Manizales, Especialista en Telecomunicaciones de la Universidad Autónoma de Bucaramanga y Magíster en Educación y Desarrollo Humano de la Universidad de Manizales- CINDE, todas con sede en Colombia. Docente e investigador de Unidad Central del Valle del Cauca (UCEVA), con sede en Tuluá – Colombia, en la línea pensamiento Crítico. Docente cátedra en programas de pregrado en ingeniería y fisioterapia, así como de la Maestría en actividad física de la Universidad Autónoma de Manizales, Colombia.

Andrés Mejía Delgadillo

Es profesor asociado de la Facultad de Educación de la Universidad de los Andes (Bogotá-Colombia). Su principal campo de investigación se puede ubicar en las intersecciones entre la educación ética/moral y política/ciudadana, el pensamiento crítico y las emociones. Su principal enfoque de investigación es la filosofía de la educación.

Es miembro fundador de la Asociación Latinoamericana de Filosofía de la Educación (ALFE) y pertenece también a la Red Internacional de Filósofos de la Educación (INPE) y a la Sociedad Británica de Filosofía de la Educación (PESGB).

Juliana Páez Vélez

Es estudiante de la Facultad de Administración de Empresas con opción en Psicología Social Crítica en la Universidad de los Andes con sede en Bogotá-Colombia. Su principal campo de estudio es la educación social con un enfoque sostenible, el principal campo de investigación se centra en la interacción de los jóvenes y niños de contextos difíciles a través del trabajo social. Es miembro de diferentes fundaciones sin ánimo de lucro enfocadas en la niñez digna en Colombia.

María Eugenia Vélez Arias

Es Enfermera, especialista en Epidemiología, Magíster en Enseñanza de la Ciencia y cursando actualmente un doctorado en Educación. Tiene una experiencia de manejo de comunidades actuando como epidemióloga en los equipos regionales de Atención Primaria en salud y hace parte de la comisión académica de ACOFAEN. Hace 22 años es docente tiempo completo adscrita a la Facultad de Ciencias de la Salud, orientando las asignaturas de Epidemiología y Salud comunitaria, Bioestadística, Promoción y prevención en enfermería en el niño, adolescente y la familia, y la cátedra de investigación. Además, es coordinadora del comité de opciones de grado de la misma facultad y líder del grupo de investigación Salud, Cuidado y Sociedad.

Leonel Gullos Pedrozo

Es médico y cirujano de la Universidad de Cartagena-Colombia; Magíster en Epidemiología de la Universidad del Valle y Doctor en Educación de la Universidad de San Buenaventura, ambas con sede

en Cali-Colombia. Actualmente, se desempeña como Profesor de Epidemiología, Salud pública e investigador vinculado al grupo Salud, Cuidado y Sociedad en la Facultad de Ciencias de la Salud, de la Unidad Central del Valle del Cauca, con sede en Tuluá-Colombia. Su tesis doctoral fue un ensayo crítico sobre la formación para el profesionalismo médico en Colombia lo que ha marcado su interés académico actual: fortalecer el componente de educación médica en los estudios de medicina, promoviendo la implementación de estrategias para fortalecer el pensamiento crítico y la argumentación científica.

Jorge Enrique De los Ríos Giraldo

Es Abogado, especialista en Derecho Financiero, Magíster en Filosofía del Derecho Contemporáneo, doctorando de la Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina). Esa trayectoria académica está ligada con una sólida formación humanista, creativa, empática y no violenta, soportada en otras disciplinas económicas, políticas, sociales, tecnológicas y desde la perspectiva lógico racional ético-práctica. Docente e investigador, de pregrado y postgrado en diferentes universidades, en asignaturas transversales de los programas de Derecho y de Gobierno y Relaciones Internacionales. Actualmente, labora en la Unidad Central del Valle del Cauca. La línea de investigación académica versa en: derechos humanos, comunidades y poblaciones vulnerables, personas susceptibles de protección diferencial, especial e incluyente; en diálogo con los métodos cuantitativos y cualitativos de las ciencias sociales.

Paula Andrea Rendón Mesa

Es Doctora en Educación Matemática de la Universidad de Antioquia, con sede en Medellín-Colombia. Es profesora del sector oficial en Colombia desde el 2004, en el nivel de básica y media en la Institución Educativa Pedro Luis Álvarez Correa y en el nivel universitario en la Universidad de Antioquia. Ha participado en eventos de Educación Matemática a nivel Nacional e Internacional. Ha dirigido tesis de posgrado en los temas de modelación matemática y enfoques para la enseñanza y aprendizaje de la matemática y ha escrito diferentes

artículos en el campo de la Educación Matemática. Actualmente, es miembro de la Red Colombiana de Modelación en Educación Matemática (RECOMEM), del Seminario Repensar las Matemáticas (México), del Comité Latinoamericano de Matemática Educativa y de Juventud CLAME.

María Denis Vanegas Vasco

Es Magíster en educación con énfasis en educación matemática, Especialista en educación matemática y Licenciada en Matemáticas y Física de la Universidad de Antioquia, con sede en Medellín - Colombia. Especialista en Desarrollo de Habilidades de Pensamiento y juicio crítico de la Universidad de La Salle. Docente de cátedra de la Universidad de Antioquia. Experiencia docente en los niveles de educación primaria, secundaria y media, educación especial, educación rural, formación complementaria, superior. Ha participado en diferentes proyectos de formación de maestros, formadora del Programa Todos a Aprender; y en la elaboración de los Derechos Básicos de Aprendizaje de matemáticas (DBA, V2), con el Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Pertenecer al grupo de investigación MATHEMA- FIEM de la Universidad de Antioquia con sede en Medellín - Colombia.

John Mario Osorio Trujillo

Es ingeniero Industrial y cuenta con una Maestría en Sistemas integrados de gestión de calidad, ambas de la Universidad Tecnológica de Pereira-Colombia. Es asesor en proyectos de transformación curricular con estándares de calidad internacional para la formación de Ingenieros Industriales y áreas afines. Líder en el diseño y aplicación de estrategias de enseñanza - aprendizaje focalizada a grupos, que permitan a cada integrante una formación vivencial para alcanzar competencias enmarcadas en Lean Thinking. Actualmente, es Jefe del departamento de calidad y producción de la Facultad de ciencias económicas y administrativas del Instituto Tecnológico Metropolitano, con sede en la ciudad de Medellín - Colombia.

Luisa Fernanda Cabezas Burbano

Con formación en Ingeniería Física de la Universidad del Cauca, con sede en Popayán-Colombia, y un doctorado en Física de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina. Actualmente, se desempeña como docente en el área de ciencias básicas de la Facultad de Ingeniería e investigadora como integrante del grupo Energías en la Unidad Central del Valle del Cauca (UCEVA), con sede en Tuluá – Colombia. Su área de desempeño se centra en una contribución significativa al sector agrícola y a la educación.

Jonás Torres Montealbán

Estudio licenciatura en Ingeniería Química y de maestría en Docencia para la enseñanza media superior Física en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Tiene un doctorado en Ciencias en Física Educativa en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional (IPN) en México. Es profesor Investigador en la Universidad Autónoma Chapingo (México) en el Área de Física y responsable de los proyectos: 1) Desarrollo y caracterización de prototipos que hacen uso de la energía solar para aplicaciones rurales y urbanas; 2) Desarrollo, implementación y evaluación de la Metodología Integración Didáctica con Exploración Aplicada, I.D.E.A. para la enseñanza de la energía solar; y 3) Promotor de la educación STEEM (Science, Technology, Engineering, Environmental and Math).

Jaqueline Acebo Gutiérrez

Es Doctora en Innovación Educativa por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). Obtuvo su licenciatura en Economía en la Universidad de Monterrey, su Maestría en Estrategias Educativas Innovadoras en el Instituto Mater y la Maestría en Educación en el Tecnológico de Monterrey. En el ámbito educativo profesional, cuenta con más de 15 años de experiencia en

la docencia en nivel educativo básico en las áreas de matemáticas y tutoría. Actualmente, es profesora de cátedra e investigadora y forma parte del Grupo de Investigación e Innovación en Educación (GIIE) del ITESM, en la línea de Estudios Socioculturales en Educación. Asimismo, sus proyectos de investigación están centrados en los temas de Modelación Matemática, pensamiento Crítico y Educación STEM, Interdisciplinariedad.

Ruth Rodríguez Gallego

Es Licenciada en Matemáticas de la Universidad Autónoma de Nuevo León en México, Maestra en Educación por Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) y Doctora en Matemáticas e Informática por la Universidad Joseph Fourier, en Grenoble, Francia. Actualmente, se desempeña como Profesora Asociada del Departamento de Ciencias y del Doctorado en Innovación Educativa (DEE) del ITESM. Es miembro de la Comunidad Internacional de Profesores de la Modelación Matemática y Aplicaciones (ICTMA), del Comité Latinoamericano de Matemática Educativa (CLAME) y coordinadora del grupo latinoamericano de Formación de Ingenieros desde la Matemática Educativa FIME. Ha impartido conferencias a nivel nacional e internacional. Sus principales intereses son la enseñanza y el aprendizaje de las Ecuaciones Diferenciales para futuros ingenieros a través de modelación y de la tecnología y el vínculo entre la Matemática Educativa y la Comunidad de Educación en Ingeniería.

Ángel José Lozada Das Dorez

Es Ingeniero Electrónico de la Universidad Dr. Rafael Bellosillo Chacín con sede en Maracaibo-Venezuela y Doctor en Ingeniería con énfasis en Circuitos y Sistemas diseñando antenas microtira en la Universidad de Aeronáutica y Astronáutica de Beijing en la República Popular China. En China, realizó un curso de satélites de comunicaciones en una subsidiaria de la agencia aeroespacial del mismo país. Radicado en Tuluá-Colombia, se vinculó a la Unidad Central del Valle del Cauca como docente-investigador. Ha reali-

zando publicaciones científicas enfocadas temas como el diseño de antenas microtira, la cooperación entre los distintos actores de la sociedad (sociedad-academia-estado) en busca de un bienestar colectivo y la implementación de la teoría del aprender haciendo para mejorar la enseñanza.

Walter Mario Weyerstall

Es profesor titular en la Universidad Nacional de Tucumán, Argentina, donde obtuvo su título de ingeniero. También obtuvo una Maestría en Dirección de Empresas por la Fundación del Tucumán y la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile). Ha trabajado en la industria electrónica, en dirección de empresas, en consultoría, y finalmente decidió entregarse por completo a la vida académica. Es profesor de la Maestría Binacional en Proyectos de Ingeniería, entre la *Biberach Applied Science University* (Alemania) y la Universidad Nacional de Tucumán. Walter Weyerstall es aficionado a la literatura. Su pasión le acompaña también en la práctica de deportes de montaña. Actualmente, su interés central es integrar la formación social y humanística tanto en los programas de grado como de posgrado en ingeniería.

El pensamiento crítico, es una habilidad que hoy en día hace parte de los contenidos curriculares de los planes de estudio, y que a su vez obedece a lineamientos tanto de las acreditadoras internacionales como de organismos sectoriales (entre los que se cuenta la OCDE), las cuales buscan que el futuro profesional corresponda a las nuevas exigencias del mercado laboral. Para ello, es importante que desde el aula universitaria, se permitan estrategias en las que el docente y el alumno interactúen frente a diferentes situaciones, se estudie y explore todo lo concerniente a las intervenciones con análisis de causas, efectos y desarrollo frente a cada una de las ejecuciones del ejercicio profesional. Finalmente, aparte del concepto temático se deben tener en cuenta los conceptos del tipo ético, moral, argumentativo, ante cada una de las opciones que pudieran ser objeto de análisis.

El presente libro, presenta la unión de experiencias y saberes de una serie de investigadores comprometidos con la enseñanza a través de diferentes campos disciplinares en la educación superior, y en la que recomiendan como destreza el uso del Pensamiento Crítico. En este participaron académicos de Argentina, México y Colombia.

ISBN 978-628-7560-35-2

