

**EVALUATION OF MATHEMATICAL CRITICAL THINKING IN  
ENGINEERING STUDENTS.**

**EVALUACIÓN DEL PENSAMIENTO CRÍTICO MATEMÁTICO EN  
ESTUDIANTES DE INGENIERÍA.**

**Autores:**

Ing. Patricia González-Riveros  
UNIVERSIDAD BERNARDO O'HIGGINS , CHILE

 [patricia.gonzalez@ubo.cl](mailto:patricia.gonzalez@ubo.cl)

Dra. Sonia Vera-Oñat  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA , CHILE.

 [sonia.vera@puc.cl](mailto:sonia.vera@puc.cl)

Dr. Edgardo Rojas-Mancilla  
UNIVERSIDAD BERNARDO O'HIGGINS , CHILE

 [edgardo.rojas@ubo.cl](mailto:edgardo.rojas@ubo.cl)


 <https://orcid.org/0000-0001-9684-3827>

Dr. Rodrigo Ramirez-Tagle  
UNIVERSIDAD DE ACONCAGUA , CHILE

 [rodrigo.ramirez@uac.cl](mailto:rodrigo.ramirez@uac.cl)

 <https://orcid.org/0000-0003-0694-1808>

Recepción: 02-MAY-2022 Aceptación: 20-MAY-2022 Publicación: 15-JUN-2022

 <https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>  
<http://mqrinvestigar.com/>

## RESUMEN

Resumen El pensamiento crítico puede ser considerado como una capacidad compleja que algunos investigadores la relacionan con la habilidad de pensar críticamente. Lo anterior implica que esto puede relacionarse con la identificación de argumentos y supuestos, el reconocimiento de relaciones, la realización de inferencias correctas, la evaluación de evidencias y la deducción de conclusiones, entre otros. Los aspectos mencionados con anterioridad resultan sin duda, vitales en el desarrollo de diferentes competencias y áreas disciplinares para el buen desempeño incluyendo a los futuros ingenieros (as) enmarcados en esta investigación.

La medición se ha sustentado en los datos reportados tras la aplicación del instrumento CCTST-N<sup>1</sup> a una muestra total de 124 alumnos (88 estudiantes de primero y 37 de cuarto año) de las carreras de ingeniería. De igual forma, se han incluido variables sociodemográficas, las cuales podrían contribuir en la explicación del comportamiento de los datos. Es decir, a través de la desagregación de datos y reagrupamiento de los mismos, se podrá conocer si efectivamente existen diferencias significativas en el nivel de pensamiento crítico matemático entre los estudiantes.

Palabras claves: Pensamiento Crítico; Estudiantes Ingeniería ; Pensamiento Matemático

---

<sup>1</sup> **Prueba CCTST-N:** Instrumento validado para la evaluación de habilidades del pensamiento crítico. La prueba se compra a una unidad de servicios de la Universidad de California (Estados Unidos), quienes envían los resultados analizados. La prueba se aplica en aproximadamente 45 minutos, en un computador, on-line. Esta prueba fue adquirida por la Facultad de Ingeniería, Ciencia y Tecnología de la Universidad Bernardo O'Higgins.

## ABSTRACT

Critical thinking can be considered as a complex ability that some researchers relate to the ability to think critically. The foregoing implies that this can be related to the identification of arguments and assumptions, the recognition of relationships, the making of correct inferences, the evaluation of evidence and the deduction of conclusions, among others. The aspects mentioned above are undoubtedly vital in the development of different skills and disciplinary areas for good performance, including future engineers framed in this research. The measurement has been based on the data reported after the application of the CCTST-N instrument to a total sample of 124 students (88 first-year students and 37 fourth-year students) of engineering careers. Likewise, sociodemographic variables have been included, which could contribute to explaining the behavior of the data. That is, through the disaggregation of data and their regrouping, it will be possible to know if there are indeed significant differences in the level of mathematical critical thinking among students.

Keywords: Critical thinking; Engineering students; Mathematical Thinking

## INTRODUCCIÓN

La definición de Pensamiento ha tenido varios puntos de vista durante los siglos XX y XXI, a continuación, se presentan distintas definiciones contemporáneas y clásicas.

Desde una perspectiva eminentemente psicológica, el pensamiento es uno de los atributos que diferencia a los seres humanos con otros seres vivos, el cual puede estar conducido por diversas operaciones mentales, tales como: recordar, relacionar, observar, imaginar, entre otras, estos se van desarrollando a medida avanza la edad y la relación con la sociedad y el mundo.

Dentro del enfoque cognitivo, la definición de Piaget procura generar un sentido al equilibrio que debe existir entre el individuo y el medio ambiente pues al formarse este de manera armónica se crea una interrelación en procesos en donde se asimila y acomoda toda la información desde la reflexión, generando esquemas cada vez más complejos en el desarrollo del pensamiento.

Para la Real Academia Española, el pensamiento es la “acción y efecto de pensar, actividad del pensar, conjunto de ideas propias de una persona, de una colectividad o de una época, frase breve y de tino serio, que refleja una idea de carácter moral o doctrinal”.

Por otra parte, Heidegger (2005) señala que el pensamiento puede ser concebido con un proceso en el cual “tan pronto como tomamos el camino del aprender, confesamos por ello mismo que todavía no somos capaces de pensar”. Así y de acuerdo con este autor, se puede deducir que el pensamiento es un proceso continuo de aprendizaje, dado que los individuos se ven enfrentados diariamente al descubrimiento de nuevas experiencias.

Por otro lado, y en la presentación de sustentos teóricos desde la definición de pensamiento, es clave señalar que este se construye a partir de un flujo de ideas, símbolos y asociaciones dirigidas hacia un objetivo, y que se expresan a través del lenguaje (pensamiento discursivo - verbal) o a través de la acción (pensamiento práctico). Flujo que ha sido movido por un problema y que intenta conducir a conclusiones eficaces de relación a tal problema (Capponi (2001)).

Lo anterior da cuenta de que existen más soluciones o ideas de las que un individuo forma y, tanto estas, como las posibles que pudiese incorporar, conforman parte de su organización personal.

También es importante diferenciar cuando se habla pensamiento y razonamiento. El concepto de razonamiento de acuerdo a Gadino (2005) se vincula usualmente con el de pensamiento, pero no se equipara con él. En efecto, si bien se concibe que razonar es pensar, también se advierte que no siempre pensar implica razonar. El concepto de razonamiento se relaciona con el pensamiento cognitivo y no con elementos de corte perceptivo ni emocional.

Por otro lado, es importante diferenciar, comprender y conocer el pensamiento para efectos de tomar una decisión o reflexionar. Para esto, Ortega y Gasset (1997) propone una definición que distingue entre creencias e idea, donde cada una lleva a diferentes tipos de conocimiento. Así, creencia es un pensamiento arraigado, una certeza absoluta y no se pone en duda y se utiliza con frecuencia. “Creencia es aquello con lo que contamos absolutamente, pensemos en ello o no; idea es aquello con que no contamos, sino que elaboramos, construimos en vista de una falla en nuestras creencias” (Ortega y Gasset (1997))

Se puede entonces considerar que el pensamiento es una secuencia de imágenes e ideas que tiene un individuo, es decir, meditar, imaginar, razonar y reflexionar, de forma positiva o

negativa en función de la reflexión o de las conclusiones que se derivan de su razonamiento, el que varía y evoluciona en función del actuar de cada sujeto y de sus decisiones, permitiendo a éste ser asertivo, tomar decisiones adecuadas, responsables y concretar planes y metas, lo cual suele beneficiar al individuo en diversos ámbitos o dimensiones personales.

### **El Pensamiento Crítico Matemático**

Existen distintas maneras de abordar y definir el pensamiento crítico, la visión clásica de Ennis (1989), lo define como un “*pensamiento reflexivo y razonable que se centra en que la persona pueda decidir que creer o hacer*”, estableciendo un marco de acción y de pensamiento.

Por otra parte, se puede relacionar el pensamiento crítico con el comportamiento, este cuestiona las cosas y se interesa por los fundamentos en los cuales se sostienen las ideas, acciones y juicios, tanto propios como ajenos, considerándose un proceso sofisticado que contiene habilidades, disposiciones y metacognición (Dwyer, Hogan y Stewart (2012)).

Durante el siglo XX, el pensamiento crítico toma fuerza, siendo su auge en los años ochenta. Y es que a través de la crítica hacia el sistema educacional norteamericano (Lipman (1998)), se reconocen las debilidades respecto a cómo se ha abordado su estudio. Sin embargo, Dewey (1903), citado por Lipman (1998), ya había establecido que una de las capacidades fundamentales era la investigación.

Lipman (1998) alude a Dewey (1903) como pionero en el desarrollo del constructo de pensamiento crítico, el cual está estrechamente vinculado con el concepto de pensamiento reflexivo, el cual busca conocer las causas de las ideas y sus consecuencias. Es decir, da cuenta de la importancia de la investigación científica en la educación.

Ennis (1989), referido por Lipman (1998), afirma que el pensamiento crítico es “aquel pensamiento razonable y racional que nos ayuda a decidirnos sobre lo que hay que creer y hacer” (Lipman (1998)).

Lipman, (1998), en su obra “Pensamiento complejo y educación”, aborda las principales problemáticas de la educación, siendo el más relevante el cómo enseñar a pensar. Así, el libro analiza la problemática desde sus orígenes. De igual modo, denuncia las defensivas posiciones de los involucrados, las que se contraponen a los avances. De igual forma, recopila las contribuciones de otros investigadores, proponiendo estrategias de mejora para la efectiva transformación de las aulas en espacios que promuevan el desarrollo del pensamiento a través de la incorporación de los componentes investigativos en el currículo, así como también de la filosofía.

Cabe señalar que el pensamiento crítico hace que los sujetos sean conscientes “de sus propios supuestos e implicaciones, así como de las razones y evidencias en las que se apoyan sus conclusiones” (Lipman, M. (1998)).

### **Elementos del pensamiento crítico**

Santiuste, Ayala, Barrigüete, García, González, Rossignoli y Toledo (2001), proponen tres elementos propios del pensamiento crítico, y estos son: contexto, estrategias y motivaciones. El primero es la manera razonada y coherente para responder, proporcionando el ambiente que condicionará con anterioridad el modo de respuesta. Las estrategias, están asociadas a la

forma de trabajar sobre los conocimientos, estructurando los medios mentales, seleccionando los problemas destacados, para luego suministrar las respuestas racionales y las motivaciones se relacionan con la finalidad que lo moviliza para realizar o decir algo.

Por otra parte, las motivaciones o elementos afectivos que mueven a las personas juegan un rol esencial en la confección mental crítica (Valenzuela y Nieto (1997)). Así para su origen y mantención se requiere del ajuste entre Expectativa y Valor (Wigfield y Eccles (1992)), lo cual ha sido estudiado específicamente en procesos educativos.

Valenzuela y Nieto (1997) desarrollaron el modelo para ser aplicado en la producción de pensamiento crítico según la relación de motivación versus desempeño. Específicamente, los investigadores demostraron que la sensibilidad, percepción, memoria y control metacognitivo son las variables que impactan sobre la generación de dicho pensamiento. Así, cuando el resultado es exitoso, se genera el hábito de pensamiento, el cual ha sido denominado Pensamiento Crítico Habitual.

Dicho de otra manera, el pensamiento crítico requiere de ciertas condicionantes para su ocurrencia, siendo la motivación una de las más relevantes, puesto que permite movilizar una serie de recursos cognitivos y metacognitivos, lo cual la constituye en una variable determinante en la configuración de dicho pensamiento, así como también en un factor a considerar en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

### **Habilidades del pensamiento crítico**

Las habilidades cognitivas están estrechamente vinculadas con el pensamiento crítico. En esta línea, Facione (2007) afirma que existen diferencias entre el buen uso del pensamiento crítico y uno deficiente. Así, el correcto uso de dicho pensamiento se obtiene a través de las habilidades del tipo cognitivo, lo cual se constituye en lo esencial del “pensamiento crítico, y estas son: interpretación, análisis, evaluación, inferencia, explicación y autorregulación” (Facione (2007))

Por lo anterior, “las habilidades cognitivas de interpretación se refieren a la capacidad de comprender y poder expresar el significado o la importancia de una amplia variedad de experiencias, situaciones, datos, eventos, juicios, convenciones, creencias, reglas, procedimientos o criterios”. (Facione (2007)).

Concepto de análisis implica ser capaz de identificar las inferencias reales y supuestas en distintos enunciados, argumentos, conceptos, preguntas, descripciones u otras representaciones que tienen el fin de expresar juicios, razones, creencias, experiencias u opiniones.

La evaluación se relaciona con la valoración de la credibilidad de los enunciados, percepción, experiencia, situación, juicio, creencia u opinión; y la valoración implica el análisis lógico de las inferencias realizadas y que aluden a los enunciados, descripciones, preguntas u otras formas de representación (Facione (2007)).

Cabe señalar que la inferencia es una capacidad superior que permite identificar y asegurar los elementos necesarios que conducen a la construcción de conclusiones razonables; conteniendo la habilidad para formular conjeturas e hipótesis; establecer consecuencias e interpretar diversas formas de representación.

## **Pensamiento crítico en el ámbito de la Educación Superior**

El desarrollo de las competencias de los jóvenes para el siglo XXI que considera la Cooperación Económica de Asia (APEC)<sup>2</sup> las definen como conocimientos, capacidades y actitudes para ser competitivos en el mundo laboral, participando activamente en una sociedad diversa, debiendo utilizar nuevas tecnologías y lidiar con un mundo laboral que cambia a gran velocidad. Los integrantes de la APEC determinan cuatro competencias globales del siglo XXI, que debieran integrarse en los sistemas educacionales actuales: aprendizaje a lo largo de toda la vida, resolución de problemas, autogestión y trabajo en equipo (APEC,2008). Del mismo modo la Alianza para las competencias del siglo XXI (denominada “P21”), coalición constituida en Estados Unidos, por dirigentes empresariales y educadores, propone un “Marco para el aprendizaje del siglo XXI”, donde determinan las habilidades y competencias para el éxito en el trabajo y la vida del siglo XXI, las cuales están integradas como las “4C” (comunicación, creatividad, pensamiento crítico y colaboración), que deben ser impartidas en el contexto de las materias principales y en el marco de las temáticas del siglo XXI. Este marco se basa en el supuesto de que los retos del siglo XXI necesitarán un conjunto de competencias en las materias fundamentales, competencias sociales e interculturales, manejo de idiomas que no sean el inglés y comprensión de las fuerzas económicas y políticas que afecten a las sociedades<sup>3</sup>.

Cabe precisar que el desarrollo de pensamiento crítico en los estudiantes no es una competencia que se adquiera a través del trabajo cognitivo, sino una habilidad que se forma por la repetición de variadas prácticas, las cuales permiten mejorar una actitud. Así se constituye en una competencia profesional de gran valor para el individuo. Por lo mismo, resulta de gran importancia localizar los medios para su desarrollo durante las actividades de formación universitaria, hallando a la vez el tipo de actividad que mejor lo despliega (Rugarcía (1999)).

Las instituciones de educación superior forman estudiantes para que se desempeñen profesionalmente en el mundo laboral de manera exitosa y por otra parte para que se trasformen en emprendedores e innovadores en sus disciplinas. Los profesionales deben ser capaces de contar con un sentido crítico que les permita interpretar, analizar, investigar soluciones, aceptar responsabilidades sociales, entre otros, para esto, los planes de estudio deberán colaborar con la obtención de entendimiento, habilidades, dominio, análisis, reflexión, trabajo en equipo e investigación.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **MATERIAL Evaluación del pensamiento crítico**

El pensamiento crítico es un componente central para el desempeño de todo profesional, el cual puede ser medido a través de diversos instrumentos. Por lo mismo, y para efectos

---

<sup>2</sup> APEC: alianza de 21 economías ribereñas del Pacífico que promueven el libre comercio, cooperación económica y el crecimiento económico en las regiones de Asia y el Pacífico

<sup>3</sup> <http://www.p21.org/about-us/p21-framework>

del presente estudio, el cual se ha centrado en el análisis de los datos proporcionados por el cuestionario prueba CCTST-N, se ha optado por describir y comparar los niveles del pensamiento crítico matemático de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería, Ciencia y Tecnología de la Universidad Bernardo O'Higgins.

Cabe mencionar que este estudio permitió adentrarse en los factores que posibilitan el desarrollo del pensamiento crítico matemático a partir del currículo universitario. Es decir, la investigación contribuirá en la identificación de los componentes basales que permitirían la optimización de los planes de estudio, con especial énfasis en los perfiles docentes. Y es que, como se ha evidenciado a través de la revisión teórica realizada, los procesos de enseñanza, así como también el aprendizaje autónomo y la motivación son elementos relevantes para la consecución del desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico matemático en los estudiantes.

Para poder evaluar dicho pensamiento se aplicó la prueba CCTST-N, la cual fue aplicada a 88 estudiantes de primer año y 37 de cuarto año de las carreras de ingeniería (Ingeniería Civil Industrial, Ingeniería en Ejecución en Prevención de Riesgo y Medio Ambiente, Ingeniería en Geomensura y Cartografía, Ingeniería en Informática y Química y Farmacia). Para describir nuestra muestra, inicialmente se consideraron las variables sociodemográficas, las cuales podrían contribuir a explicar las diferencias en el nivel de pensamiento crítico matemático detentado por los estudiantes.

Para entender el proceso, la prueba CCTST-N corresponde a una evaluación disciplinar neutral diseñada para adultos, estudiantes de pregrado y postgrado y poblaciones de adultos de nivel ejecutivo. Tras su aplicación, los datos son virtualmente dirigidos a la Universidad de California (Estados Unidos), entidad que envía el reporte de resultados. Cabe precisar que esta prueba se aplica *on line* por alrededor de 50 minutos en un computador con conexión a internet.

Cabe señalar que dicha prueba permite medir la capacidad crítica aritmética, es decir, la habilidad para resolver problemas de razonamiento cuantitativo y hacer juicios bien razonados derivados de información cuantitativa en una variedad de contextos. Dicho de otra forma, permite comprender cómo se recopila, representa e interpreta correctamente la información cuantitativa mediante gráficos, cuadros, tablas y diagramas.

Los puntajes de escala reportados incluyen: Análisis, Interpretación, Inferencia, Evaluación, Explicación, Inducción, Deducción y Habilidades de razonamiento general más Aritmética (habilidad en el pensamiento crítico cuando los datos numéricos son parte del problema).



Así, el CCTST-N permite a las instituciones de educación superior medir objetivamente las habilidades de razonamiento matemático y las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes en línea con un solo instrumento.

#### Universo y muestra

El universo de este estudio está constituido por los estudiantes de primer año (al año 2018) y de cuarto año (al año 2017) de las carreras de la Facultad de Ingeniería, Ciencia y Tecnología, de la Universidad Bernardo O'Higgins. Respondieron 88 alumnos de primer año y 37 estudiantes de cuarto año. Se evaluaron a los estudiantes de cuarto año, en el mes de diciembre del año 2017 y a los estudiantes de primer año del año 2018.

El contacto con los alumnos se realizó de forma directa, donde se les explicó de forma oral y por escrito en qué consiste el estudio del cual participarían. Luego de esto, la muestra se reduce a 88 alumnos de primer año y 37 de cuarto año, quienes firmaron el consentimiento informado previamente.

#### Instrumento de Medición

El instrumento utilizado fue aplicado, en la sala de computación, donde el requisito de selección consiste en cursar el primer y cuarto año de la carrera a la que pertenece, en jornada diurna, para cada carrera de la Facultad. La evaluación se realizó de manera a los estudiantes.

### **Prueba CCTST-N**

El instrumento fue autoaplicado, ya que fue contestado por cada alumno en un computador con acceso a internet, con un primer ítem de preguntas que apuntan al perfil de ingreso de estos estudiantes y luego la evaluación de habilidades del pensamiento crítico. Este instrumento es la prueba CCTST-N.

#### Análisis de los datos

Para determinar el grado de correlación entre el nivel de pensamiento crítico matemático y el año que está cursando el estudiante, se realizó un análisis descriptivo el cual permitió caracterizar el comportamiento de los implicados, asignado con el análisis de tendencia y estadígrafos asociados a pruebas paramétricas. Se efectuó un análisis correlacional (Pearson) para conocer la relación entre variables, lo que permitió describir el comportamiento de los datos, así como también comparar las relaciones entre variables. Por último, se llevó a cabo la regresión lineal múltiple para conocer la relevancia de cada

una de las variables (mínimo, máximo, media, desviación estándar) en el nivel de pensamiento crítico obtenido por el estudiante evaluado.

## RESULTADOS

Para el análisis de los datos, primeramente, se procedió a comprobar el supuesto de normalidad, es decir, que cada variable y todas sus combinaciones lineales estuviesen normalmente distribuidas. Concretamente, se hizo una exploración de los residuos, resultando la variable dependiente con distribución normal, aunque levemente abultada.

Posteriormente se realizó el análisis de homocedasticidad para cada variable dependiente, evidenciando que no existe homogeneidad para la variable prueba CCTST-N. Sin embargo, no se observaron problemas de multicolinealidad ni de singularidad en ninguna de las variables. Cabe resaltar que los grupos para cada variable independiente son aleatorios y no equilibrados.

A partir de los datos se puede precisar que los alumnos de la muestra (primer y cuarto año), obtuvieron un puntaje promedio de 470 puntos ( $DS^4=136,8$ ) (sin considerar NEM), 446 puntos promedio los de primero y de 493 puntos los de cuarto, y con un mínimo de 279 obtenido por los estudiantes de cuarto año en PSU lenguaje y un máximo de 791 en PSU de historia y geografía. (Ver Tabla 1).

**Tabla 1: Estadísticos Descriptivos**

Puntaje	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
P_NEM_1	88	0	723	479,56	150,713
P_LEN_1	88	0	660	414,17	140,615
P_MAT_1	88	0	651	466,47	139,566
P_HYG_1	88	0	845	458,25	208,349
P_NEM_4	37	389	682	522,05	82,403
P_LEN_4	37	279	736	484,43	79,986
P_MAT_4	37	370	637	501,30	73,518
P_HYG_4	37	0	791	496,41	179,072
<b>N válido (por lista)</b>	37				

Nota: el número 1 identifica a los alumnos de primer año y el número 4 a los alumnos de cuarto año de las carreras de la Facultad.

Al analizar preliminarmente los datos reportados por el instrumento, se observa que el pensamiento crítico matemático entre los alumnos de primer y cuarto año no presentan

<sup>4</sup> DS: Desviación estándar

diferencias estadísticas significativas. Así, la media global de primer año es de 65,3 (DS= 5,19), mientras que las de los estudiantes de cuarto año es de 65,4 (DS= 5,30). (Ver Tabla 2).

Tras desagregar los datos según dimensión se aprecia que en “Evaluación” se observan valores comparativos con una diferencia levemente superior. Dicho de otro modo “Evaluación” en primer año es de 84 (DS= 5,68), mientras que en cuarto es de 75 (DS= 5,40), lo cual permite precisar que los alumnos recién ingresados a las carreras puntúan mejor en dicha dimensión en comparación a quienes están más cerca de concluirlos. (Ver Tabla 2).

Cabe señalar que en las dimensiones “Explicación” y “Alfabetización numérica” los estudiantes de primer y cuarto año consignan el mismo puntaje. Dicho de otra forma, en “Explicación” consignan un valor promedio de 84 (DS= 5,34 en primer año y 5,93 en cuarto año), mientras que en “Alfabetización numérica” ambos grupos logran una media de 72 (DS= 4,25 en primero y 4,82 en cuarto). (Ver Tabla 2).

Tabla 2: Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Análisis_1	88	55	80	65,49	5,913
Análisis_4	37	55	75	64,62	5,454
Inferencia_1	88	55	82	66,59	5,347
Inferencia_4	37	55	76	65,54	5,274
Evaluación_1	88	55	84	66,08	5,682
Evaluación_4	37	55	75	65,81	5,405
Inducción_1	88	55	83	67,85	5,249
Inducción_4	37	60	78	68,03	4,676
Deducción_1	88	56	79	66,02	4,213
Deducción_4	37	56	77	65,16	5,113
Interpretación_1	88	55	80	64,43	5,589
Interpretación_4	37	55	84	65,51	5,772
Explicación_1	88	55	84	63,74	5,349
Explicación_4	37	59	84	65,41	5,932
Alfabetización_Numérica_1	88	55	72	62,47	4,253
Alfabetización_Numérica_4	37	55	72	63,7	4,824
N válido (por lista)	37				

Nota: N de alumnos de primer año = 88, N de alumnos de cuarto año = 37, 1 identifica a los alumnos de primer año, 4 identifica a los alumnos de cuarto año

**Tabla 3: Descripción Cualitativa de la Puntación Global**

CCTST	No Manifiesta	Débil	Moderado	Fuerte	Superior
Puntuación Total de 100 puntos	50-62	63-69	70-78	79-85	86 y más
Puntuación Total de 34 puntos	0-7	8-12	13-18	19-23	24 y más

Cabe señalar que los rangos generales de los puntajes del instrumento CCTST-N indican que, en la mayoría de las dimensiones, los alumnos de las carreras de ingeniería de la Universidad Bernardo O'Higgins se ubican en el rango "Débil", es decir, están entre los 63 y 69 puntos. Solamente una dimensión (Alfabetización numérica en los estudiantes de primer año) (62, 4; DS= 4,82) se encuentra en el rango "Moderado", la cual corresponde al rango que agrupa a los puntajes más bajos (50-62). Se debe mencionar que la versión del instrumento contestada por los alumnos de la Facultad corresponde a la de 100 puntos, existiendo también un formato abreviado de 34 puntos.

El cuestionario CCTST-N da cuenta de los puntajes obtenidos según rangos (ver Tabla 3). El rango más alto (Superior) implica que la persona posee habilidades de pensamiento crítico superiores al promedio, lo cual consiste en detentar potencialmente habilidades de aprendizaje avanzado y liderazgo. En el grupo denominado "Fuerte" se encuentran quienes en potencia están preparados para alcanzar el éxito académico y un amplio desarrollo de la carrera. En el nivel "Moderado" los resultados indican que las habilidades se relacionan con los cambios y compromisos que el individuo está dispuesto a realizar para la resolución de problemas, así como también con el desarrollo laboral y capacidad de aprendizaje. El rango "Débil" indica que los resultados obtenidos se asocian a quienes predictivamente tendrán dificultades educacionales y laborales, las cuales devengarán de la detentación de un bajo nivel de habilidades para resolver problemas reflexivos, así como también para la toma de decisiones reflexivas. Por último, "No Manifiesta" indica que existen insuficiencias en el nivel de esfuerzo que los individuos han tenido para responder el instrumento. Dicho de otro modo, ello puede estar asociado a fatiga cognitiva o problemas de comprensión del lenguaje usado en el instrumento.

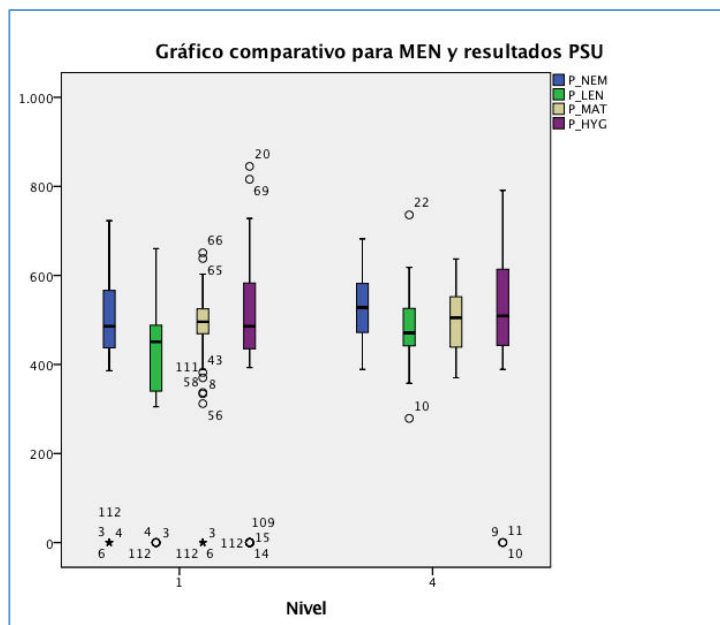
En relación con el tipo de establecimiento de egreso de enseñanza media de la muestra,

se puede señalar que en promedio el 21,32% se graduó en un establecimiento público; el 70,1% en uno subvencionado y el 8,03% en una unidad educativa particular pagado. Al desagregar los datos, se observa que los alumnos egresados de entidades públicas presentan una mayor proporción en cuarto año, con un 24,32%, mientras que en primer año es de 19,32%.

Del mismo modo, la mayor proporción de alumnos, tanto en primer como en cuarto año corresponde a los alumnos egresados de entidades particulares subvencionadas, siendo en primer año un 72,73% y en cuarto de 67,57%.

Es importante precisar que los puntajes globales del instrumento dan cuenta de la media que los alumnos evaluados detentan en las 8 dimensiones, siendo esta de 65,40 (DS= 5,25). Sin embargo, en la aplicación oficial del cuestionario (en una muestra de estudiantes que tenían hasta cuatro años de estudios universitarios) se obtuvo un promedio de 87 puntos. Dicho de otro modo, en general los alumnos de la UBO se encuentran en el nivel “Débil”, mientras que la muestra original corresponde a “Superior”. Lo anterior implica que los estudiantes de las carreras de ingeniería poseen predictivamente dificultades para enfrentar el estudio y el trabajo cuando ello remite a la capacidad de reflexión y toma de decisiones.

**Ilustración 3: Comparación para NEM y PSU**



El gráfico de la Ilustración 3 muestra que efectivamente no existen diferencias significativas entre los estudiantes de primer y cuarto año de las carreras de la Facultad, lo que permite

precisar que, bajo dicha tendencia, no debiesen detentarse discrepancias en otras variables. Es decir, al observar la distribución de NEM y PSU (lenguaje, matemática e historia y geografía), se puede precisar que las otras variables contempladas en el estudio debiesen detentar similar comportamiento. Respecto si hay diferencias significativas en la puntuación del instrumento entre alumnos de primer y cuarto año, se puede afirmar que los datos reportados van en contra de este supuesto. Es decir, tras las pruebas estadísticas realizadas se observa que no existen diferencias significativas. Para evaluar esta premisa se utilizó el puntaje por cada dimensión del cuestionario no mostrando diferencias significativas entre unos y otros (primer año media global= 65,3; cuarto año media global= 65,4;  $t < 1$ ). De este modo, no parece ser plausible precisar que tras los años de estudio de ingeniería los alumnos logran desarrollar y/o incrementar sus niveles de pensamiento crítico matemático. (Ver Ilustración 4).

**Ilustración 4: Comparación Prueba CCTS-N**

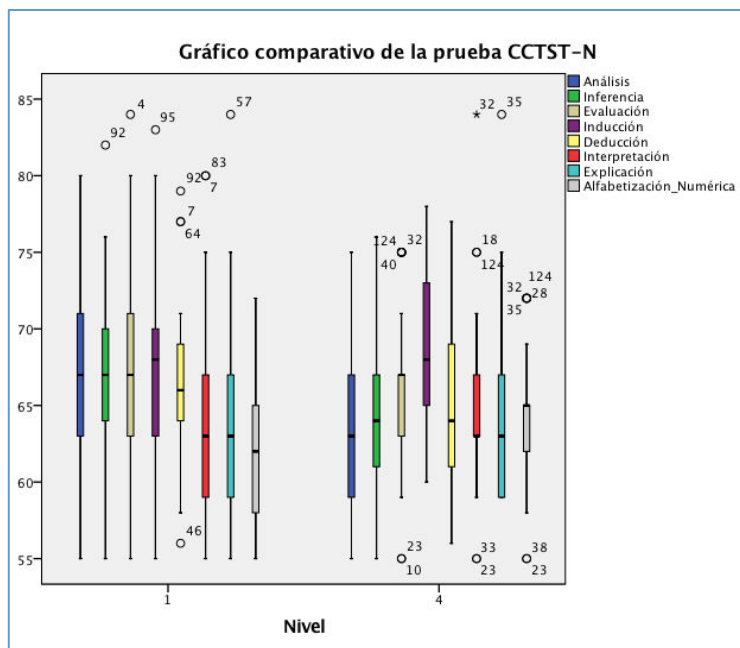


Tabla 4: Prueba de Muestras Independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Análisis	A	,338	,562	,765	123	,446	,867	1,133	-1,376	3,110
	B			,791	73,005	,431	,867	1,096	-1,317	3,051
Inferencia	A	,103	,749	1,007	123	,316	1,050	1,043	-1,015	3,116
	B			1,012	68,547	,315	1,050	1,038	-1,020	3,120
Evaluación	A	,086	,769	,245	123	,807	,269	1,098	-1,904	2,441
	B			,250	70,891	,803	,269	1,075	-1,876	2,413
Inducción	A	,286	,594	-1,175	123	,861	-1,175	,997	-2,148	1,799
	B			-1,184	75,493	,855	-1,175	,951	-2,069	1,719
Deducción	A	3,169	,077	,977	123	,330	,861	,881	-,883	2,604
	B			,903	57,546	,370	,861	,953	-1,047	2,768
Interpretación	A	,006	,938	-,978	123	,330	-1,082	1,106	-3,270	1,107
	B			-,965	65,753	,338	-1,082	1,120	-3,319	1,155
Explicación	A	,511	,476	-1,539	123	,126	-1,667	1,083	-3,810	,476
	B			-1,475	61,827	,145	-1,667	1,130	-3,925	,592
Alfabetización Numérica	A	1,689	,196	-1,426	123	,157	-1,237	,868	-2,954	,481
	B			-1,354	60,697	,181	-1,237	,914	-3,064	,590

0659  
27.pdf

A: se asumen varianzas iguales

B: no se asumen varianzas iguales

Para el caso de las variables asociadas al instrumento, la prueba t evidencia que tampoco existen diferencias significativas entre los alumnos de primer y cuarto año. Dicho de otro modo, en Análisis, Inferencia, Evaluación, Inducción, Deducción, Interpretación, Explicación y Alfabetización numérica, no se observan diferencias de medias significativas entre ambos grupos, lo cual implica, que entre el ingreso de los alumnos a la universidad (primer año) y los estudiantes que ya han avanzado en el plan de estudio, no se observan medidas discrepantes. Es decir, no se consigna un cambio estadísticamente relevante, lo cual puede dar cuenta que el proceso formativo no estaría promoviendo cambios relevantes en las habilidades de pensamiento crítico matemático en los estudiantes. (Ver Tabla 4 y S1 a S4).

Cabe precisar que la correlación indica la proporcionalidad y la relación lineal existente entre variables. Por lo tanto, cuando los valores de una variable se modifican de manera sistemática en función de los valores de otra, se dice que ambas variables se encuentran correlacionadas. Por ello, es que, tras el análisis de los datos, si se puede afirmar que existen correlaciones estadísticamente significativas. Según esto, en los alumnos de primer año "Análisis" e "Inducción"; "Análisis" y "Deducción" y "Análisis" e "Inferencia"; "Inferencia" e "Inducción"; "Inferencia" y "Deducción"; "Inferencia" e "Interpretación"; y "Alfabetización

numérica” con todas las dimensiones del instrumento, están relacionadas positivamente. Del mismo modo, para el caso de los alumnos de cuarto año, sí se observan relaciones estadísticamente significativas entre “Deducción” y “Análisis”; “Deducción” e “Inferencia”; “Deducción” e “Interpretación”; “Explicación” e “Inferencia”; “Explicación” e “Inducción”; y “Alfabetización numérica” con casi todas las dimensiones del cuestionario, con excepción de “Inducción”.

Por otra parte, al estudiar los datos según NEM y puntaje PSU se observa que efectivamente entre las distintas pruebas PSU (lenguaje, matemática, historia y geografía y ciencias sociales) sí existe correlación, al igual que una relación directa entre resultados PSU y NEM. Sin embargo, entre las variables PSU y las asociadas al instrumento no se observa la existencia de una relación estadísticamente significativa. Situación similar acontece con la variable NEM, la cual tampoco reporta valores significativos asociados a las dimensiones del instrumento.

Cabe señalar que la única correlación estadísticamente significativa consignada está asociada a las variables PSU Ciencias Sociales y “Deducción” detectadas por los alumnos de cuarto año, evidenciándose una relación positiva entre ambas. Es decir a mayor puntuación de una, la otra también incrementa de valor, lo que da cuenta que el resultado en la prueba de ciencias sociales se correlaciona con el resultado del test para el caso de “Deducción matemática”. Situación similar acontece con la variable “Evaluación”, tanto en los estudiantes de primer y cuarto año, la que también posee una relación estadísticamente significativa. Sin embargo, en cuarto año es positiva, mientras que en primer año es negativa. Es decir, en los alumnos recién ingresados se evidencia que, a mayor puntaje de una, menor logro en la otra, lo cual permite precisar que son datos contradictorios que no permiten determinar el verdadero impacto de la mencionada prueba, la cual también posee una correlación negativa con “Inducción” en los estudiantes de primer año.

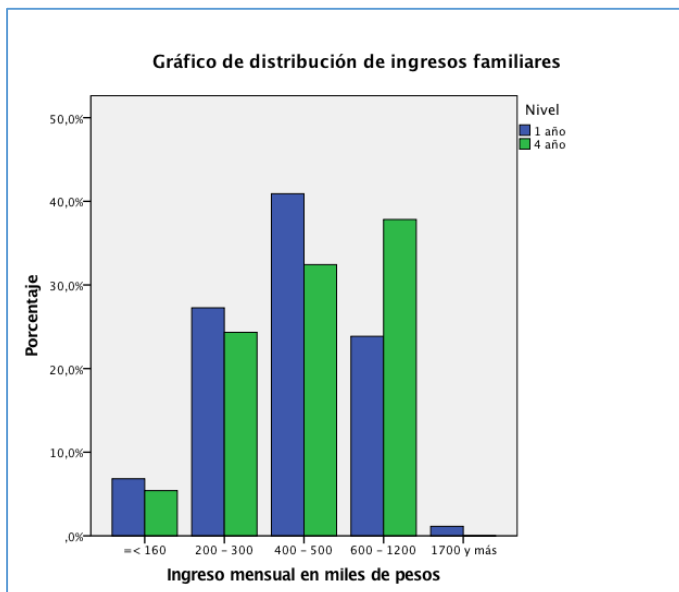
En el caso de PSU lenguaje, se observa que existe una relación estadísticamente significativa con la variable “Evaluación”. Sin embargo, ello se consigna solamente en los alumnos de cuarto año, puesto que en primer año ello no es observable.

Entre las variables PSU Matemática e “Inducción” se observa una correlación positiva significativa exclusivamente en los alumnos de primer año, mientras que en los estudiantes de cuarto año dicha prueba no posee ninguna relación significativa con las dimensiones del instrumento.



Finalmente, sí se observan correlaciones estadísticamente significativas, en primer año, entre las distintas dimensiones del instrumento, como, por ejemplo, entre “Análisis” e “Inducción”; “Análisis” y “Deducción” y “Análisis” e “Inferencia”; “Inferencia” e “Inducción”; “Inferencia” y “Deducción”; “Inferencia” e “Interpretación”; y “Alfabetización numérica” con todas las dimensiones del instrumento, siendo todas ellas positivas. Para el caso de los alumnos de cuarto año, sí se observan relaciones estadísticamente significativas entre “Deducción” y “Análisis”; “Deducción” e “Inferencia”; “Deducción” e “Interpretación”; “Explicación” e “Inferencia”; “Explicación” e “Inducción”; y “Alfabetización numérica” con casi todas las dimensiones del cuestionario, con excepción de “Inducción”.

**Ilustración 5: Distribución de ingresos familiares**



**Tabla 5: Prueba de muestras independientes**

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
P_NEM	A	1,307	0,255	-1,614	123	0,109	-42,497	26,327	-94,609	9,615
	B			-2,022	114,641	0,045	-42,497	21,015	-84,126	-0,869
P_LEN	A	6,671	0,011	-2,848	123	0,005	-70,262	24,674	-119,102	-21,422
	B			-3,524	112,054	0,001	-70,262	19,94	-109,77	-30,754
P_MAT	A	1,108	0,295	-1,434	123	0,154	-34,831	24,283	-82,898	13,235
	B			-1,817	116,794	0,072	-34,831	19,168	-72,794	3,131
P_HYG	A	0,52	0,472	-0,973	123	0,333	-38,155	39,231	-115,811	39,5
	B			-1,035	78,165	0,304	-38,155	36,878	-111,571	35,26
P_CS	A	2,471	0,119	-2,259	123	0,026	-52,547	23,265	-98,598	-6,495
	B			-2,877	117,786	0,005	-52,547	18,262	-88,711	-16,382

Nota: A= se asumen varianzas iguales; B=no se asumen varianzas iguales

La tabla 5 da cuenta de los resultados de la prueba t, se asume que, entre los estudiantes de primer y cuarto año, para las variables estudiadas no existen diferencias entre los puntajes promedio obtenidos. Según esto, y tras analizar los datos, tanto para el NEM como para las distintas PSU (lenguaje, matemática, historia y geografía, y ciencias sociales) no se aprecian diferencias entre ambos grupos. Cabe precisar que ello pudiese obedecer a que el tamaño de la muestra es pequeño y la distribución no es normal ni simétrica, por ende, el comportamiento de las variables pudiese estar ocasionado por estos factores.

## CONCLUSIONES

Dada la importancia del pensamiento crítico en la formación de profesionales en la Educación Superior, los análisis realizados indican la necesidad de aplicar y diseñar

estrategias que permitan potenciar el pensamiento crítico en el alumnado, para el desarrollo de habilidades asociadas a la comprensión lectora, comprensión de texto, vocabulario, entre otras. Es importante ver los resultados asociados a la alfabetización numérica, lo que permitiría el incremento del pensamiento crítico, y ser transversal en las carreras de ingeniería.

Se debe destacar que el pensamiento crítico matemático de los alumnos de primer y cuarto año no presenta diferencias estadísticas descriptivas significativas, por ende, a la luz de los datos se puede precisar que no existe un impacto del currículo en las habilidades medidas por el instrumento. Más aún, al desagregar los datos según las variables del cuestionario, se aprecia que, en algunas dimensiones, como, por ejemplo, análisis, los estudiantes de primero consignan un valor más alto que los de cuarto año. Situación similar se produce en las otras dimensiones (inferencia, evaluación, inducción y deducción). En interpretación los alumnos de cuarto año si puntúan más alto, sin embargo, la diferencia no es estadísticamente significativa, mientras que en explicación y alfabetización numérica obtienen ambos grupos la misma media.

Lo anterior permite sostener que la formación universitaria recibida no logra sacar a los alumnos del nivel “Débil”, lo que implica que los futuros ajustes curriculares debiesen apuntar hacia el incremento de dichas habilidades.

Por otra parte, la correlación existente entre las variables PSU permite precisar que, si existe relación entre matemática, lenguaje y ciencias sociales, datos que permiten sugerir que para el aumento del pensamiento crítico matemático se requiere una visión multidisciplinar de la formación en la Facultad, siendo fundamental la incorporación de conocimientos provenientes de otros saberes.

La investigación ha permitido evidenciar que la prueba de ciencias sociales es un buen predictor de la deducción matemática, situación similar acontece con la variable “Evaluación”, tanto en los estudiantes de primer y cuarto año, la cual también posee una relación estadísticamente significativa con dicha prueba. En el caso de la PSU de lenguaje, se observa que existe una relación estadísticamente significativamente con la variable “Evaluación”. Sin embargo, ello se consigna solamente en los alumnos de cuarto año puesto que en primer año ello no es observable, es decir, tras lo observado en los datos, se puede afirmar que el currículo debiese incorporar dichos elementos.

Finalmente, los datos están en línea con la multidisciplinariedad en el sentido que las pruebas de lenguaje y ciencias sociales apuntan hacia la comprensión, por ende, una

mejora en dichos conocimientos incidiría en la consecución de un incremento del pensamiento crítico matemático. Del mismo modo, es necesario que se establezcan estrategias de estandarización y capacitación a los docentes para la internalización de la importancia del pensamiento crítico en los estudiantes de la Facultad.

Dado los resultados obtenidos, se recomienda a la Facultad que realice anualmente la prueba CCTST-N, ya que permitiría la mejora continua en la actualización del currículo y mejoras en el perfil de egreso de cada de las carreras de la Facultad. Del mismo modo, futuros estudios debiesen ahondar en la relación entre comprensión lectora y pensamiento crítico, puesto que, según los consignado por la presente investigación, existe una relación directa entre las habilidades de lenguaje y el desempeño en el ámbito matemático.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APEC, 2008. Grupo de trabajo sobre desarrollo de recursos humanos e la Cooperación Económica de Asia y el Pacífico. 2nd APEC Education Reform Symposium: 21st Century Competencies. Xi'an (China). *Disponible en* [http://hrd.apec.org/index.php/21st\\_Century\\_Competencies](http://hrd.apec.org/index.php/21st_Century_Competencies) (consultado el 18 julio de 2014). (Sólo en inglés).

Barrios, S., Rubio, M., Gutiérrez, M. y Sepúlveda, C. (2012). Aprendizaje-servicio como metodología para el desarrollo del pensamiento crítico en educación superior. *Educación Médica Superior*, 26(4), 594-603.

Calle, G. (2013). La evaluación de las habilidades del pensamiento crítico asociadas a la escritura digital. Medellín: *Fundación Universitaria Católica del Norte*.

Caponni, R. (2001). Psicopatología y semiología psiquiátrica. *Santiago: Editorial Universitaria*.

Creamer Guillén, M. (2011). Curso de Didáctica del Pensamiento Crítico. *Quito: Dinse*.

Delors, J. (1996). La Educación encierra un Tesoro: Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI. Compendio. Santillana.

Dewey, J. (1903). Democracy in education. *The elementary school teacher*, 4(4), 193-204.

Dwyer, C. P., Hogan, M. J., y Stewart, I. (2012). An evaluation of argument mapping as a method of enhancing critical thinking performance in e-learning environments. *Metacognition and Learning*, 7(3), 219- 244.

- Ennis, RH (1989). Pensamiento crítico y especificidad del sujeto: aclaración e investigación necesaria. *Investigador educativo*, 18(3), 4-10.
- Facione, P. (2007). Pensamiento Crítico: ¿Qué es y por qué es importante? *Insight Assessment*, 23, 56.
- Fowler, J. (1997). La importancia del profesor. *Revista de educación adventista*, (6), 3-4.
- Gadino, A. (2005). La construcción del pensamiento reflexivo. *Buenos Aires: Editorial Homo Sapiens*.
- González, M. (2008) Competencias Genéricas y formación profesional: un análisis desde la docencia universitaria. La Rioja: *Revista Iberoamericana de Educación*.
- Halpern, D. (2010). *Manual HCTA*. 20/09/2014, de Halpern Critical Thinking Assesment. Disponible en sitio web: [www.dianehalpern.com/halpern-critical-thinking](http://www.dianehalpern.com/halpern-critical-thinking)
- Hawes, B.G. (2003). El Pensamiento Crítico en la Formación Universitaria. *Documento de Trabajo 2003/6. Universidad de Talca. Chile.: Proyecto Mecesup TAL0101*.
- Heidegger, M., (2005). *Qué significa pensar*. Madrid: Editorial Trotta.
- Izquierdo, E. (2006). Desarrollo del pensamiento. *Loja: Píxeles*
- Lipman, M. (1998). Pensamiento complejo y educación. (2da ed.). *Madrid: Editorial de La Torre*.
- López, G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. *Revista Docencia e Investigación*, 22, 41-60.
- Madariaga, P., y Schaffernicht, M. (2013). Uso de objetos de aprendizaje para el desarrollo del pensamiento crítico. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 19(3).
- McPeck, J. E. (1992). Teaching critical reasoning through the disciplines: content versus process. *Critical reasoning in contemporary culture*, 31-49.
- Mejía, A., y Zarama, R. (2004). La promoción de pensamiento crítico en ingeniería. *Revista de Ingeniería*, (20).
- Mejía, A. y Molina, A. (2007). Are we promoting critical autonomous thinking? Observing conversational genres can help us answer that question – but not too much. *Cambridge Journal of Education*, vol.37 no.3, pp.409-424.
- Micco, S. (2012). Pensamiento crítico y universidad. *Revista Mensaje*. 51 (513), pp. 29- 31.

- McPeck, J. E. (1992). Teaching critical reasoning through the disciplines: content versus process. *Critical reasoning in contemporary culture*, 31-49.
- Nieto, A., Saiz, C., y Orgaz, B. (2009). Análisis de las propiedades psicométricas de la versión española del HCTAES-Test de Halpern para la evaluación del pensamiento crítico mediante situaciones cotidianas. *Revista Electrónica de Metodología Aplicada*. 14 (1), pp. 1-15.
- Ortega y Gasset, J. (1997). *Ideas y creencias*. Madrid: Editorial Alianza.
- Paul, R., y Elder, L. (2003). *La mini-guía para el pensamiento crítico, conceptos y herramientas*. California: Fundación para el pensamiento crítico.
- Paul, R y Elder, L (2003) *Bolsilibro para estudiantes sobre cómo estudiar y aprender*. Fundación para el Pensamiento Crítico. [www.criticalthinking.org](http://www.criticalthinking.org) com
- Paul, R., y Elder, L. (2005). Estándares de competencia para el pensamiento crítico. *Estándares, Principios, Desempeño, Indicadores y Resultados. Con una Rúbrica Maestra en el Pensamiento Crítico*.
- Paul, R., Binker, A.J.A, Martin, D; Vetrano, CH; y Kreklau, H. (1995). *Pensamiento crítico Manual: 6 a 9: Guía para la remodelación de planes de lecciones en artes del lenguaje, estudios sociales y ciencias*. Rohnert Park, Centro para el pensamiento crítico y la crítica moral: Sonoma State University.C. A .: Fundación para el Pensamiento Crítico
- Risso, W. (2004). *Pensar bien, Sentirse bien*. Bogotá: Editorial Norma.
- Rugarcía, A. (1999). *Hacia el Mejoramiento de la Educación Universitaria*. México D.F., México: Trillas.
- Santiuste Bermejo, V., Ayala, C., Barrigüete, C., García, E., González, J., Rossignoli, J., y Toledo, E. (2001). *El pensamiento crítico en la práctica educativa*. Madrid: Fugaz Ediciones.
- Valenzuela, J., y Nieto A. (1997) *Motivación y Pensamiento Crítico: Aportes para el estudio de esta relación* Revista Electrónica de Motivación y Emoción - *REME Volumen XI Número 28*.
- Wigfield, A., y Eccles, J. (1992). The development of achievement task values: A theoretical analysis. *Developmental Review*, 12, 265-310.