

# Hacia el desarrollo de habilidades cognitivas y disposiciones afectivas del Pensamiento Crítico en estudiantes de Ingeniería: una experiencia en redacción de artículos para conferencias

## Towards the development of cognitive abilities and affective dispositions of Critical Thinking in Engineering students: an experience in writing articles for conferences

Yury Augusto Toro Flores, Doctor<sup>1</sup>, Elizabeth Vidal, Magister<sup>2</sup>

Universidad Continental, Perú, ytorof@continental.edu.pe

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú, evidald@unsa.edu.pe

*Resumen-* El desarrollo del pensamiento crítico es una competencia transversal que complementa a otras competencias necesarias en la formación de ingenieros y que hoy en día se ha vuelto bastante necesaria. El pensamiento crítico es una habilidad que no se puede enseñar por métodos tradicionales, ergo es necesario dar espacios que permitan poner en práctica aquellos elementos que conforman el pensamiento crítico. En este artículo se presenta un marco de trabajo que busca el desarrollo no solo de las habilidades cognitivas del pensamiento crítico sino además las disposiciones afectivas de este. El marco de trabajo está circunscrito en la teoría cognitiva del proceso de redacción; pero orientado a un artículo - formato conferencia. Se presentan las diferentes etapas del proceso de redacción de artículos y como estas actividades permiten desarrollar los elementos cognitivos y afectivos del pensamiento crítico. Si bien el programa de redacción de artículos ha sido enseñado de forma exitosa desde el 2014, es la primera vez que se articulan las actividades para fomentar el desarrollo de pensamiento crítico, esta característica hace que este trabajo sea de tipo exploratorio. Se considera que los primeros resultados permitirán proponer un marco inicial que puede ser replicado en otras ingenierías adaptando los temas de interés propios de cada especialidad. **Keywords**—pensamiento crítico, habilidades cognitivas, disposiciones afectivas, ABET, redacción.

*Abstract*—The development of critical thinking is a transversal competence that complements other necessary competencies in the training of engineers and that today has become reasonably necessary. Critical thinking is a skill that traditional methods

cannot teach, and it is necessary to provide spaces that allow putting into practice those elements that make up critical thinking. This article presents a framework that seeks to develop the cognitive abilities of critical thinking and its affective dispositions. The framework is circumscribed in the cognitive theory of the writing process but oriented to an article-conference format. We present the different stages of the article writing process and how these activities allow developing the cognitive and affective elements of critical thinking. Although the article writing program has been taught successfully since 2014, it is the first time that activities have been articulated to promote the development of critical thinking; this characteristic makes this work exploratory. We consider that the first results will allow proposing an initial framework that can be replicated in other engineering firms, adapting the topics of interest specific to each specialty.

### I. INTRODUCCIÓN

ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology), organización dedicada a la acreditación de programas de educación universitaria en ingeniería, busca asegurar que la institución satisfaga los criterios de calidad establecidos en la formación de sus futuros profesionales. El criterio 3 de ABET presenta once competencias que todos los estudiantes de ingeniería deben poseer al terminar sus estudios [1]. Algunas de estas competencias tienen como componente fundamental el desarrollo del pensamiento crítico. Los profesionales en ingeniería necesitan desarrollar pensamiento crítico para enfrentarse con un mundo en constante cambio [2]. El pensamiento crítico es una actividad reflexiva y se

Digital Object Identifier (DOI):  
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.521>  
ISBN: 978-958-52071-8-9 ISSN: 2414-6390

trata de un pensamiento totalmente orientado hacia la acción. Siempre hace su aparición en un contexto de resolución de problemas resaltando la evaluación de la información y conocimientos previos [3]. De acuerdo a la propuesta de Ennis [4] el pensamiento crítico presenta dos dimensiones: habilidades cognitivas y disposiciones afectivas.

Este conjunto de habilidades cognitivas y disposiciones afectivas se puede desarrollar a través de estrategias e intervenciones de enseñanza (por ejemplo, estudios de casos, aprendizaje basado en problemas, debates argumentativos, etc.). De la revisión de la literatura se encontró que se ha prestado menos atención a las intervenciones que desarrollan disposiciones afectivas del pensamiento crítico, posiblemente debido a la complejidad de abordar características intrínsecas del estudiante [5,6,7]. Es así que existe una clara necesidad de plantear formas que permitan promover y desarrollar de manera más sistemática en estudiantes de ingeniería las disposiciones afectivas del pensamiento crítico sin descuidar claro está las habilidades cognitivas.

En tal sentido en este trabajo se comparte un marco propositivo que puede permitir desarrollar no sólo las habilidades cognitivas del pensamiento crítico sino principalmente las disposiciones afectivas a través del proceso de redacción de un artículo orientado a conferencia.

La implementación ha sido realizada a través de la teoría cognitiva del proceso de redacción propuesto por Hayes y Flower [8] que identifica tres actividades: planificación, redacción y revisión. En cada una de estas actividades se identifican sub-actividades tales como búsqueda de información, evaluación de la calidad de la información, lectura crítica, la redacción y revisión. Estos elementos son vistos de forma dinámica y permiten un espacio de práctica constante para el estudiante.

La experiencia se llevó en la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (Perú) en un periodo de 17 semanas con estudiantes del tercer semestre sin instrucción previa en la redacción de artículos. Los resultados preliminares mostraron que hay una fuerte cohesión entre las actividades del proceso de redacción y espacios para el desarrollo de las habilidades cognitivas y en especial disposiciones afectivas del pensamiento crítico.

El resto del artículo está organizado de la siguiente manera: en la sección II se describen los principales trabajos relacionados. En la sección III se presenta el marco conceptual de nuestra propuesta. En la sección IV se detalla la experiencia resaltando las actividades realizadas. En la sección V se presenta la discusión. Finalmente se exponen las conclusiones.

## II. TRABAJOS RELACIONADOS

En la literatura existen trabajos que muestran la experiencia del desarrollo del pensamiento crítico en carreras de Ingeniería. Recientemente Aherm [9] presentó una revisión de la literatura que exhibe cuales son las estrategias de

enseñanza más utilizadas en ingeniería para promover el pensamiento crítico y que tan efectivas son. Su estudio revela que el enfoque de enseñanza en los cursos de ingeniería pone énfasis en la resolución de problemas y el impacto en el mundo real y/o estudios de casos.

Adair y Jaeger [11] proponen el desarrollo del pensamiento crítico también orientado al aprendizaje basado en problemas en un módulo introductorio del curso de Mecánica de Fluidos. Los resultados son validados a través de un diseño cuasi experimental. Michaluk, Martens y High [12] buscan mejorar las habilidades de pensamiento crítico de cuarenta y nueve estudiantes de primer año de ingeniería a través de dos asignaciones basadas en el modelo de pensamiento crítico de Paul-Elder. Los autores emplearon dos métodos: aprendizaje basado en problemas y escritura para reflexionar. Los estudiantes trabajaron primero en equipos para resolver dos problemas de ingeniería, y luego cada estudiante individual escribió un borrador de informe inicial y final para cada una de las tareas de resolución de problemas.

Ralston & Bays [13] presentan un estudio longitudinal de los cinco años de carrera también basado en el modelo Paul Elder. El estudio concluye que es posible integrar y evaluar las asignaciones de pensamiento crítico en los planes de estudio de ingeniería.

Caratozzolo, Alvarez-Delgado y Hosseini [14] muestran estrategias que desarrollan el pensamiento crítico en estudiantes de ingeniería, utilizando tres herramientas cognitivas específicas: (1) el enriquecimiento del corpus de vocabulario; (2) la formación de hábitos de habla coherentes; y (3) la práctica de la argumentación y la opinión. Para lograr los objetivos de este trabajo los autores incorporaron en el aula actividades de la modalidad de pensamiento artístico-narrativo además de la modalidad de pensamiento lógico-científico tradicional. Los resultados mostraron una mejora sustancial en el desarrollo de la habilidad blanda particular, el pensamiento crítico, en los estudiantes de ingeniería.

Gunnink y Bernhardt [10] revisan trabajos previos al 2002 que relacionan la escritura y el desarrollo del pensamiento crítico y así mismo proponen ejemplos de asignaciones orientadas a pensamiento crítico.

Muchos de los trabajos relacionados se basan en el modelo Paul –Elder y tienen un enfoque orientado a la resolución de problemas. Otros resaltan la incorporación de asignaciones de redacción como herramienta para el desarrollo del pensamiento crítico. El trabajo hace uso de la definición de pensamiento crítico de Facione [19] el cual identifica dos dimensiones en el pensamiento crítico: habilidades cognitivas y disposiciones afectivas. Así mismo lo diferente de la propuesta presentada es la incorporación del formato redacción artículos para conferencia que permite el poner en práctica de manera permanente los componentes de ambas dimensiones.

### III. MARCO CONCEPTUAL

#### A. Competencias en la Formación de Ingenieros

ABET (Accreditation board for engineering and Technology) [1] es reconocida como una organización internacional dedicada a la acreditación de programas de educación universitaria en ingeniería. El criterio 3 de ABET presenta once competencias que todos los estudiantes de ingeniería deben poseer al terminar sus estudios (Tabla I).

TABLA I  
COMPETENCIAS DE ENGRESADOS EN INGENIERÍA -ABET

Indicador	Descripción
(a)	Habilidad para aplicar conocimientos de matemática, ciencia e ingeniería
(b)	Habilidad para diseñar y llevar a cabo experimentos, así como para analizar e interpretar datos
(c)	Habilidad para diseñar un sistema, componente, o proceso para satisfacer necesidades deseadas dentro de restricciones realistas (económicas, ambientales, sociales, políticas, éticas, de salubridad, seguridad, de manufactura y sostenibilidad)
(d)	Habilidad para funcionar en equipos multi-disciplinarios
(e)	Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería
(f)	Entendimiento de responsabilidades profesionales y éticas
(g)	Habilidad para comunicarse de manera efectiva
(h)	La educación general necesaria para entender el impacto de las soluciones de ingeniería en los contextos global, económico, ambiental y social
(i)	Reconocimiento de la necesidad y la habilidad para participar en al aprendizaje permanente
(j)	Conocimiento de asuntos contemporáneos
(k)	Habilidad para usar las técnicas, habilidades, y herramientas modernas de ingeniería necesarias para la práctica de la ingeniería

El pensamiento crítico es considerado como la base que permite dar soporte a varias de las competencias. Tomando como referencia la investigación de Welch, Hieb, y Graham [15], el pensamiento crítico es necesario para comprender el impacto de la ingeniería en las soluciones bajo un contexto global, económico, ambiental y social (competencia “h”); da soporte a la habilidad “reconocer la necesidad de un aprendizaje permanente (competencia “i”) y; ayuda en la habilidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería (competencia “e”).

#### B. Pensamiento Crítico – Definición

Las habilidades de pensamiento crítico son las capacidades para pensar reflexivamente y juzgar hábilmente, a fin de decidir qué información es confiable y qué acciones deben tomarse durante el razonamiento y la resolución de problemas [16] [17]. Las habilidades de pensamiento crítico incluyen tomar en consideración múltiples perspectivas,

examinar implicaciones y consecuencias, resolver desacuerdos con la razón y la evidencia y reevaluar un punto de vista a la luz de nueva información [18].

El reporte de Facione [19] destaca dos dimensiones en el pensamiento crítico: habilidades cognitivas y disposiciones afectivas. En cuanto a las **habilidades cognitivas** el autor identifica la interpretación, el análisis, la evaluación y la inferencia, así como explicación de los aspectos probatorios, conceptuales, metodológicos, consideraciones contextuales en las que se basa ese juicio. Estas habilidades permitirían realizar un juicio autorregulado y con propósito. En cuanto a las **disposiciones afectivas**, el pensador crítico presenta ciertos rasgo como: la curiosidad, es bien informado, confiado en la razón, de mente abierta, flexible, imparcial en evaluación, honesto al enfrentar prejuicios personales, prudente al hacer juicios, dispuesto a reconsiderar, tener claridad sobre los problemas, ordenado en asuntos complejos, diligente en la búsqueda de información, razonable en la selección de criterios, centrada en la investigación y persistente en la búsqueda de resultados que sean tan precisos como el tema.

#### C. Habilidades Básicas del Pensamiento Crítico

Piette (1998) [20] sugiere agrupar las habilidades cognitivas en tres grandes categorías tal como se muestra en la Tabla II.

TABLA II  
HABILIDADES COGNITIVAS DEL PENSAMIENTO CRÍTICO – CATEGORÍA DE PIETTE

Categoría	Habilidades
Clarificación	Hacer preguntas, concebir y juzgar definiciones, distinguir los diferentes elementos de una argumentación, problema, situación o tarea e identificar y aclarar los problemas importantes.
Elaborar juicio sobre la fiabilidad de la información	Juzgar la credibilidad de una fuente de información, juzgar la credibilidad de la información, identificar los presupuestos implícitos, juzgar la validez lógica de la argumentación.
Evaluar información	la Obtener conclusiones apropiadas, realizar generalizaciones, inferir, formular hipótesis, generar y reformular de manera personal una argumentación, un problema, una situación o una tarea.

#### D. Disposiciones Afectivas del Pensamiento Crítico

Facione [19] destaca dos grandes grupos de disposiciones: (a) enfoques de la vida y vivir en general y (b) enfoques para asuntos preguntas o problemas específicos. Este trabajo se centra en el segundo enfoque, el cual se detalla en la Tabla III.

TABLA III  
DISPOSICIONES AFECTIVAS DEL PENSAMIENTO CRÍTICO – ENFOQUE PARA  
PROBLEMAS ESPECÍFICOS

Código	Descripción
D1	Claridad en el planteamiento de preguntas o preocupaciones.
D2	Disciplina para trabajar con la complejidad.
D3	Minuciosidad en la búsqueda de información relevante
D4	Sensatez en la selección y aplicación de criterios
D5	Cuidado en centrar la atención en la preocupación más próxima
D6	Persistencia ante las dificultades.
D7	Precisión en la medida permitida por el tema y las circunstancias.

Para Facione [19] el desarrollo de estas disposiciones es particularmente importante para asegurar el uso de habilidades de PC fuera del entorno educativo, él afirma que las personas que han desarrollado estas disposiciones son mucho más propensas a aplicar sus habilidades de PC apropiadamente.

#### E. Estrategias para la Enseñanza de PC

Algunas de las estrategias pedagógicas en la literatura incluyen los trabajos de Ennis [21], aprendizaje basado en problemas [22], la guía de Elder y Paul [23], resolución de problemas, argumentación, trabajo en grupo y aprendizaje basado en el contexto [7]. Ennis [24] propone importantes recomendaciones para la enseñanza de pensamiento crítico las cuales son categorizadas en: estrategias subyacentes, estrategias fundamentales y tácticas. Para los propósitos de este trabajo solo se han considerado las estrategias subyacentes (reflexión, razón y alternativas) descritas en la Tabla IV

TABLA IV  
ESTRATEGIAS SUBYACENTES PARA LA ENSEÑANZA DEL PENSAMIENTO  
CRÍTICO

<i>Reflexión</i>	Instar a los estudiantes a ser <b>reflexivos</b> , a detenerse y pensar, en lugar de emitir juicios bruscos, o aceptar la primera idea que se les ocurra, o aceptar automáticamente cualquier cosa que se presente en los medios.
<i>Razón</i>	Hacer preguntas del tipo: "¿Cómo lo sabe?", "¿Cuáles son las <b>razones</b> ?" y "¿Es una buena fuente de información?" instándolos a tener buenas razones para sus puntos de vista y a buscar razones para los puntos de vista de los demás.
<i>Alternativas</i>	Enfatizar el estado de alerta para nuevas <b>alternativas</b> en cuanto a hipótesis, conclusiones, explicaciones, fuentes de evidencia, puntos de vista, planes, etc.

#### F. Redacción como Proceso Cognitivo

El vínculo entre el desarrollo del pensamiento crítico y la escritura se ha explorado ampliamente [25-30]. Los autores de la literatura revisada coinciden en que el pensamiento crítico se mejora mediante la escritura reflexiva. Según Cooney et al.

[31] los estudiantes tienen el desafío de articular juicios de valor sobre datos e información, problemas y posibles soluciones al escribir para la reflexión.

Desde una definición teórica Flower y Hayes [8] explican la redacción como un proceso de la teoría cognitiva de la escritura donde identificaron tres actividades principales en los procesos de escritura: planificación, redacción y revisión. La planificación toma la tarea de redacción y produce un plan conceptual para el documento como salida. La planificación incluye sub-actividades de generar ideas, organizar esas ideas de manera lógica y determinar qué efectos se desean lograr. La redacción toma el plan conceptual del documento y produce un texto que expresa el contenido planificado. En la revisión se lee el texto producido hasta el momento, con modificaciones para mejorarlo (revisar) o corregir errores. Los autores afirman que escribir implica la resolución de problemas complejos.

### IV. PROPUESTA METODOLÓGICA

#### A. Marco de Trabajo

Se propone el desarrollo de las habilidades cognitivas del pensamiento crítico (Tabla II) y el desarrollo de las disposiciones afectivas (Tabla III) tomando en consideración las estrategias subyacentes de Ennis [24] (Tabla IV) a través de un programa de redacción de artículos formato-conferencia. El programa tiene una duración de 17 semanas con 2 horas académicas semanales. El contenido del programa se presenta en la Tabla V y ha sido desarrollado considerando las tres dimensiones del proceso de redacción: planificación, redacción y revisión.

TABLA V  
CONTENIDO DEL PROGRAMA DE REDACCIÓN DE ARTÍCULOS

<b>Unidad 1: Introducción (Dimensión: Planificación)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Por qué necesito saber escribir y hablar?</li> <li>¿Por qué necesito comunicarme?</li> <li>Tipos de artículos en Ingeniería</li> </ul>
<b>Unidad 2: Búsqueda de Información, Lectura Crítica y Plan de Redacción (Dimensión: Planificación)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Búsqueda de Información: ¿En dónde buscar?, ¿Cómo sé que es relevante?, Palabras Clave y Cadenas de Búsqueda</li> <li>En dónde buscar: Bases de Datos Indexadas: SCOPUS, ScienceDirect, EBSCO, IEEEExplore, Publicaciones de IEEE/ACM</li> <li>Lectura Crítica: que es relevante cuando leo, que información me es de utilidad.</li> <li>Plan de Redacción</li> </ul>
<b>Unidad 3: Redacción (Dimensión: Redacción/Revisión)</b>

- Consideraciones de Forma, Reglas de redacción: párrafos, oraciones, puntuación, musicalidad, Referencias y citas: Estilo IEEE y ACM.
- Redacción del Marco Teórico
- Redacción de Propuesta
- Redacción de Trabajos Relacionados
- Redacción de Resumen, Introducción y Conclusiones.
- Consideraciones de redacción: Claridad, precisión relevancia, amplitud, profundidad, exactitud, lógica, significancia, justicia
- Uso de gráficos, figuras y tablas, códigos.

### B. Trabajo Semestral

Para lograr el aprendizaje activo durante todo el semestre cada estudiante escribe un artículo de características publicables bajo el formato IEEE doble-columna. El trabajo consta de sólo 6 carillas y no menos de veinte referencias bibliográficas. El tema del artículo está basado en un tema de investigación básico dado por el profesor.

El primer día de clases, cada alumno recibe el tema de su artículo. Cada tema ha sido formulado por los profesores del curso buscando que los alumnos: (a) conozcan un poco más el alcance de su carrera, (b) puedan comprender el impacto de las soluciones de la ingeniería del software en un contexto global, ambiental y social, (c) reconozcan la necesidad del aprendizaje permanente, (d) desarrollen el pensamiento crítico y (e) se sientan motivados e involucrados con las actividades a realizar al ser temas relacionados a su profesión. En la Tabla VI se muestran los entregables del trabajo semestral, los cuales son de tipo incremental.

TABLA VI  
TRABAJO SEMESTRAL: ENTREGABLES INCREMENTALES DEL ARTÍCULO  
RELACIONADOS AL PROCESO

<p><b>Búsqueda de Información (semana 2)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Identificar las palabras claves de su tema</li> <li>b) Crear una primera cadena de búsqueda</li> <li>c) Ubicar 5 artículos en las Bases de Datos Indexadas de la especialidad</li> <li>d) Justificar porqué fueron elegidos de acuerdo a los criterios establecidos</li> </ul>
<p><b>Búsqueda de Información Avanzada (semana 3)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>e) Identificar las palabras claves y los sinónimos identificados en los artículos producto de la primera búsqueda</li> <li>f) Proponer nuevas cadenas de búsqueda haciendo uso de operadores booleanos y usando sinónimos y caracteres especiales</li> <li>g) Identificar 5 nuevos artículos</li> <li>h) Justificar porque fueron elegidos según los criterios de calidad establecidos.</li> </ul>
<p><b>Plan de Redacción (semana 4)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i) Leer al menos 5 artículos relacionados para plantear su Plan de redacción. Los artículos deben estar resaltados con el código de colores y compartidos en su portafolio</li> <li>j) Utilizar un máximo de 7 títulos incluidos Introducción, Trabajos Relacionados y Conclusiones</li> <li>k) Utilizar subtítulos y sub-subtítulos</li> <li>l) Ir de lo general a lo específico</li> </ul>

<p><b>Primer Borrador (semana 6)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Cantidad de hojas: 2 carillas</li> <li>b) Iniciando desde el primer punto del plan de redacción (no incluye resumen, introducción ni trabajos relacionados)</li> <li>c) Referencias Bibliográficas: mínimo 5</li> </ul>
<p><b>Segundo Borrador (semana 9)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Cantidad de hojas: 3 carillas</li> <li>b) Corrección de las observaciones recibidas en el Borrador 1.</li> <li>c) Continuar con el desarrollo del esquema</li> <li>d) Incluir sección Trabajos Relacionados</li> <li>d) Referencias Bibliográficas: mínimo 10</li> </ul>
<p><b>Tercer Borrador (semana 13)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Cantidad de hojas : 5 carillas</li> <li>b) Corrección de las observaciones recibidas en el Borrador 2</li> <li>c) Incluye Resumen, Introducción y Conclusiones</li> <li>d) Referencias Bibliográficas: mínimo 20</li> </ul>
<p><b>Artículo Final (semana 15)</b></p> <p>Lo mismo del Tercer Borrador pero habiendo corregido todas las observaciones</p>

## V. EXPERIENCIA Y DISCUSIÓN

### A. Experiencia

El desarrollo de la experiencia se llevó a cabo el 2020 en la Escuela profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, con 70 alumnos del tercer semestre bajo el formato 100% virtual. Los estudiantes tienen un rango de edades entre 18 y 20 años y no han recibido instrucción previa en cuanto a redacción de artículos. Dado que esta es la primera vez que se vinculan la instrucción del proceso de redacción de artículos con las habilidades cognitivas y disposiciones afectivas, esta investigación es considerada de tipo Exploratoria.

Dentro del trabajo realizado y siguiendo el contenido del programa mostrado en la Tabla IV y los entregables de la Tabla V las primeras actividades se refieren a la búsqueda de información, lo primero que los estudiantes aprenden es a identificar las palabras clave de su tema y a generar cadenas de búsqueda. Los primeros artículos recuperados se realizan en Google Académico. Los estudiantes deben seleccionar aquellos que cumplen con los criterios de calidad tales como: cantidad de citas, el cuartil de la revista en el que aparece el artículo y la relevancia para el trabajo. En la Figura 1 se muestra un ejemplo de la evidencia presentada por un estudiante



Fig 1. Búsqueda en Google Académico con cadena de búsqueda simple y validación del cuartil de la revista en la que se publicó el artículo

Una vez que se tienen los artículos seleccionados los estudiantes pasan actividades de lectura crítica siguiendo un código de colores para distinguir definiciones, propuestas, argumentos a favor, argumentos en contra, metodología, resultados y limitaciones. Los artículos son compartidos por los estudiantes en un portafolio virtual en donde el docente puede evaluar la actividad realizada. La figura 2 muestra el momento de instrucción en donde se explica el código de colores

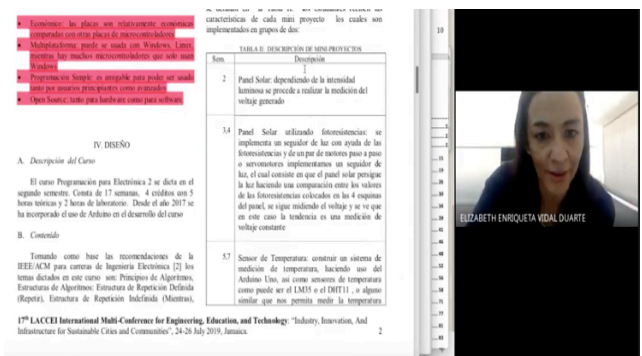


Fig. 2: Artículo que resalta en color rojo una definición presentada por los autores.

A medida que se realiza la lectura crítica de varios artículos, el estudiante empieza redactar su propio artículo tomando como base la literatura revisada. En la figura 3 se muestra la sección de definiciones de un trabajo. En ella se puede observar como el estudiante cita a diferentes autores para presentar la definición tanto de daño cerebral como de realidad virtual.

### III. DAÑO CEREBRAL

En esta sección presentaremos la definición de Daño Cerebral Adquirido. También resaltaremos las causas más frecuentes que lo ocasionan, detallaremos sus principales consecuencias o alteraciones y, por último, destacaremos los métodos de rehabilitación tradicionales.

**A. Definición**  
 Huertas *et al.* [6], Mar *et al.* [7] y Castellanos *et al.* [8] definen a Daño Cerebral Adquirido (DCA) como una lesión en el cerebro producida de forma inesperada en el encéfalo que condiciona al individuo para llevar a cabo sus actividades habituales y su vida social y laboral.

**B. Causas**  
 Castellanos *et al.* [8] describe dos grandes grupos: el ictus y el traumatismo craneoencefálico.  
 Para reforzar lo mencionado Huertas *et al.* [6], basándose en

**D. Rehabilitación tradicional:**  
 Albiol [11] señala dos principales enfoques para la rehabilitación de pacientes con DCA son: discapacidades motoras y discapacidades cognitivas. Dentro del área de las discapacidades motoras tenemos diferentes métodos de terapias como: Alfoller, Bobath, Vojta, entre otros. En la actualidad, estas terapias constituyen uno de los principales tratamientos para personas con DCA. Esto se puede evidenciar en el trabajo de Moreno [9] donde se muestra la eficacia de aplicar el método Alfoller en personas con DCA. De la misma manera, en el estudio realizado por YalcinKaya [5] se muestra la efectividad de aplicar la terapia Bobath en la rehabilitación de niños con Parálisis Cerebral. Finalmente, en el estudio realizado por Perales *et al.* [1] se evidencia los óptimos resultados después de aplicar la terapia Vojta en la rehabilitación de la marcha.

Dentro del área de las discapacidades cognitivas, De Noreña *et al.* [12] describe tres procesos frecuentemente afectados tras el

Fig. 3 Presentación de definiciones y argumentos haciendo uso de varios autores con la citación respectiva.

En la figura 3 se evidencia el producto final del semestre en donde ya se incluye el Abstract y la introducción

## Análisis comparativo del uso de Realidad Aumentada/Virtual para niños con daño cerebral USA, Europa y Latinoamérica

Andrew Jacobo, ajacoboc@unsa.edu.pe  
 Escuela de Ingeniería de Sistemas

### Abstract

La mayoría de las terapias de rehabilitación tradicionales se centran en la repetición intensa de ejercicios específicos para mejorar las partes afectadas, por esta razón son percibidas como aburridas y desalentadoras por niños con daño cerebral que siguen este tipo de tratamientos. Esto puede disminuir la motivación del paciente, provocando que en muchos casos se abandone parcial o totalmente el programa de rehabilitación. En este artículo se ha realizado un análisis comparativo del uso de Realidad Virtual o Aumentada para niños con daño cerebral. Para ello se analizaron experiencias en EE. UU, Europa y Latinoamérica. Se tomo en cuenta factores como la implementación, los ejercicios realizados, el programa empleado y los resultados obtenidos. Los primeros resultados de las experiencias realizadas muestran el aumento del nivel de motivación en niños después de realizar las terapias, igual o mejores resultados de realizarse un tratamiento tradicional y, además, una gran posibilidad de implementarse en centros de rehabilitación. Estos resultados son muy útiles en la disciplina ya que los métodos descritos en el presente artículo, complementados con terapias tradicionales, pueden producir una gran mejoría y un menor tiempo en la recuperación de niños con daño cerebral.

La mayoría de las terapias de rehabilitación tradicionales se centran en la repetición intensa de ejercicios específicos para mejorar las partes afectadas, por esta razón son percibidas como aburridas y desalentadoras por niños con daño cerebral que siguen este tipo de tratamientos. Esto puede disminuir la motivación del paciente, provocando que en muchos casos se abandone parcial o totalmente el programa de rehabilitación. En este artículo se ha realizado un análisis comparativo del uso de Realidad Virtual o Aumentada para niños con daño cerebral. Para ello se analizaron experiencias en EE. UU, Europa y Latinoamérica. Se tomo en cuenta factores como la implementación, los ejercicios realizados, el programa empleado y los resultados obtenidos. Los primeros resultados de las experiencias realizadas muestran el aumento del nivel de motivación en niños después de realizar las terapias, igual o mejores resultados de realizarse un tratamiento tradicional y, además, una gran posibilidad de implementarse en centros de rehabilitación. Estos resultados son muy útiles en la disciplina ya que los métodos descritos en el presente artículo, complementados con terapias tradicionales, pueden producir una gran mejoría y un menor tiempo en la recuperación de niños con daño cerebral.

Para poder entender cómo se utilizan estas tecnologías en el campo de la rehabilitación, se ha tomado como ejemplo experiencias en EE. UU, Europa y Latinoamérica. Los sistemas empleados están diseñados en base a juegos interactivos que tienen como objetivo principal aumentar la motivación del paciente y recuperar, mantener o mejorar las capacidades que necesita el niño para la realización de su vida diaria. Es así como se presentan sistemas orientados a la rehabilitación de extremidades superiores donde se hace uso de dispositivos hápticos como guantes de datos y los Haptic Device y, además, sistemas para la rehabilitación de extremidades inferiores que hacen uso de equipos más costosos como Lokomat. Los resultados al complementar estos métodos con los programas tradicionales de rehabilitación muestran el aumento del nivel de motivación en los niños después de finalizado el proceso, debido a que disfrutaron más de una terapia dinámica con retroalimentación visual y auditiva, en comparación de otras metodologías que solo se centran en la repetición intensa de ejercicios específicos. Además, se presenta una gran posibilidad de poder implementarla en clínicas de

Figura 4: Artículo Final

### b. Discusión: Desarrollo de Habilidades Cognitivas

Dentro del desarrollo del programa la incorporación del desarrollo del pensamiento crítico desde el punto de vista del desarrollo de habilidades cognitivas siguiendo la propuesta de Piette [20] se da de la siguiente forma:

**Clarificación:** El esquema de trabajo dado para la lectura crítica (código de colores) permite al estudiante enfocarse en aquello que es relevante y distinguir que información le es de utilidad. Al leer los trabajos relacionados el estudiante se familiariza con las definiciones utilizadas por otros autores que han escrito previamente sobre el mismo tema. Una vez que el estudiante a terminado el proceso de lectura crítica de los artículos seleccionados, pasa a redactar la sección de trabajos relacionados en donde pone en práctica la argumentación (tanto a favor o en contra sobre el tema desarrollado), así mismo el redactar esta sección le permite realizar un proceso reflexivo sobre la similitud y diferencia de su trabajo con los otros autores.

**Elaboración de Juicio sobre la fiabilidad de la información:** durante el proceso de planificación el estudiante recibe instrucción sobre los criterios de calidad de la información (cantidad de citas, cuartil al que pertenece una revista, etc). El estudiante debe mostrar evidencia y justificar los motivos que los llevaron a elegir determinados artículos

**Evaluar la información:** Durante el proceso de redacción, se da de forma natural un proceso de revisión y mejora continua. Mientras el estudiante va profundizando en nuevas lecturas relacionados va replanteando su trabajo.

#### **b. Discusión: Desarrollo de Disposiciones Afectivas**

(D1) Claridad en el planteamiento de preguntas o preocupaciones: La claridad es inherente al comunicar científico y técnico lo que hace necesario evitar lo ambiguo y redundante. El ejercicio de poder identificar palabras clave, realizar cadenas de búsquedas que luego son refinadas, aportan a este elemento

(D2)Disciplina para trabajar con la complejidad: El proceso de redacción de artículos tal cual ha sido enseñado permite dividir el problema (redactar un artículo) en pasos que permiten redactar de forma metódica un artículo. Se considera desde el paso de identificar las palabras clave, crear una cadena de búsqueda, reflexionar sobre la calidad de los artículos, realizar nuevas búsquedas, el proceso de lectura crítica y el proceso de redacción y revisión de cada una de las secciones del artículo. Este formato de redacción y entregables incrementales (Tabla VI) permite manejar de forma disciplinada la complejidad

(D3)Minuciosidad en la búsqueda de información relevante: plasmado en el uso de bases de datos indexadas, validación de los criterios de calidad para seleccionar los artículos relevantes y la posterior validación del cuartil al que pertenece el artículo seleccionado.

(D4)Sensatez en la selección y aplicación de criterios: Por poner un ejemplo, si bien se sabe que deben considerarse artículos que tienen muchas situaciones, dicha consideración no aplica si es una publicación reciente, pero se sabe que el autor es una persona reconocida en el área y sus trabajos previos han tenido muchas citaciones.

(D5)Cuidado en centrar la atención en la preocupación más próxima: El proceso de búsqueda de información puede ser agobiante por la cantidad de información disponible, pero es un ejercicio importante en el sentido que permite centrarse en seleccionar artículos estrechamente relacionados al tema dado. Para ello es importante el trabajo que se realiza con las búsquedas avanzadas cuando se utilizan sinónimos y operadores booleanos.

(D6) Persistencia ante las dificultades: El proceso de redacción no es sencillo pero el que se pueda realizar un acompañamiento permanente a los estudiantes y una instrucción guiada con oportunidades de aplicar de forma inmediata la instrucción recibida hace que se pueda manejar las dificultades.

(D7) Precisión en la medida permitida por el tema y las circunstancias: Las características que tiene un artículo para conferencia es un ejercicio que permite aplicar la precisión. Esto se ve reflejado en el tener que utilizar las citas y referencias para expresar definiciones y o para argumentar propuestas.

#### **c. Discusión: Estrategias Subyacentes**

Como se mencionó previamente, las estrategias subyacentes de Ennis son tres: Reflexión, Razón y Alternativas

**Reflexión:** El proceso de redacción permite a los estudiantes detenerse a pensar inicialmente en la calidad de la información que dará sustento al artículo que están redactando. Para ello hacen uso de los criterios de calidad dados durante la clase. Esto apoya a que ellos no acepten de inmediato la primera información que se les presenta

**Razón:** el formato del curso permite espacios para preguntar a los estudiantes sobre porque eligieron las fuentes de información (referencias) de sus artículos o en su defecto porque no citaron a ciertos autores que son autoridades en la materia.

**Alternativas:** el formato del curso hace posible que durante el proceso de redacción el estudiante rectifique la información que presenta. A medida que adquiere destreza en la búsqueda de información y lectura crítica se va dando cuenta que hay información que no aporta a su trabajo y que previamente dejó fuera información que sí era relevante.

La Figura 5 resume el proceso por el cual transitan los estudiantes el cual permite poner en práctica las tres estrategias subyacentes propuestas por Enins [24].

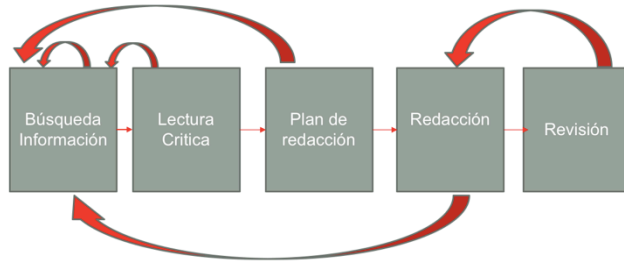


Fig. 5 Esquema del Proceso de Redacción en la práctica.

## V. CONCLUSIONES

En este artículo se ha presentado un marco de trabajo que busca el desarrollar tanto el desarrollo de las habilidades cognitivas como las disposiciones afectivas del pensamiento crítico. La experiencia ha sido enmarcada en la enseñanza del proceso de redacción de artículos de investigación orientado a una conferencia. Para el análisis se han tomado en consideración la clasificación propuesta por Facione [19] y las estrategias subyacentes para la enseñanza propuestas por Ennis [24]. El trabajar de forma estructurada e incremental ha permitido a los estudiantes enfocarse en cada paso del proceso de redacción tales como buscar información de calidad, afinar las cadenas de búsqueda, evaluar la calidad de la información, determinar si dicha información es relevante para su artículo (planificación). Así mismo durante la fase de redacción los estudiantes deben hacer uso de definiciones, argumentos a favor y en contra, y hacer propuestas evaluando en que se parece su trabajo a los previamente mencionados.

Como se ha establecido en la sección de antecedentes, la redacción de textos académicos es un proceso cognitivo complejo que requiere una intensa actividad cognitiva. En un campo específico como la ingeniería, escribir un artículo de conferencia para mostrar un nuevo diseño, un prototipo o un nuevo software es una habilidad profesional importante. El proceso de escritura descrito en la experiencia requiere que los estudiantes busquen información, seleccionen la que consideren más relevante luego de una lectura crítica, organicen esta información para proponer un plan de escritura, escriban según el plan de escritura y ensayen diversas formulaciones sobre el papel. El proceso que se acaba de describir implica actividades de planificación, redacción (traducción) y revisión que, por lo general, no ocurren de forma lineal (Fig. 1). Todas las actividades mencionadas requieren un ejercicio de pensamiento crítico tal como se analiza en la sección de experiencia. El trabajo ha querido evaluar de forma inicial que es posible el desarrollar no solo

las habilidades cognitivas sino las disposiciones afectivas. La limitación del estudio es que aún se encuentra en etapa exploratoria; ergo las apreciaciones de los autores pueden ser subjetivas. Se hace necesario el hacer un estudio experimental o cuasi experimental haciendo uso de test estandarizados que validen el desarrollo del pensamiento crítico. Se considera que es importante el poder aprovechar la enseñanza de redacción como herramienta para el desarrollo de pensamiento crítico en sus dos dimensiones: habilidades cognitivas y disposiciones afectivas.

## REFERENCIAS

- [1] ABET. Criteria for Accrediting Engineering Programs, 2015 – 2016. <http://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2015-2016/#outcomes>. Ultimo acceso Enero 2019.
- [2] D. Adair and M. Jaeger, "Incorporating Critical Thinking into an Engineering Undergraduate Learning Environment." *International Journal of Higher Education* 5 (2): 23–39., 2016 doi:10.5430/ijhe.v5n2p23.
- [3] G. López Aymes, "Pensamiento crítico en el aula," *Docencia e Investig. Rev. la Esc. Univ. Magisterio Toledo*, vol. 37, no. 22, pp. 41–60, 2012.
- [4] R. H. Ennis, "Critical Thinking and Subject Specificity: Clarification and Needed Research." *Educational Researcher* 18 (3): 4–10, 1989, doi:10.3102/0013189X018003004.
- [5] G. Cruz, R. Payan-Carreira, and C. Dominguez. "Critical Thinking Education in the Portuguese Higher Education Institutions: A Systematic Review of Educational Practices." *Revista Lusófona de Educação* 38 (38): 43–61, 2017.
- [6] C. Dominguez, "A European Collection of the Critical Thinking Skills and Dispositions Needed in Different Professional Fields for the 21st Century". Vila Real: UTAD. ISBN: 978-989-704-256-0, 2018
- [7] C. Dominguez, "A European Review on Critical Thinking Educational Practices in Higher Education Institutions" Vila Real: UTAD. ISBN: 978-989-704-258-4, 2018.
- [8] L. Flower and J.R. Hayes, "A cognitive process theory of writing." *College composition and communication*, 32(4), 365-387, 1981.
- [9] A. Ahern, C. Dominguez, C. McNally, J. J. O'Sullivan, & D. Pedrosa, "A literature review of critical thinking in engineering education." *Studies in Higher Education*, 44(5), 816-828, 2019.
- [10] B. Gunnink and K. L. Sanford Bernhardt, Writing, critical thinking, and engineering curricula, *Frontiers in Education (FIE) Conference*. Boston, MA, November 6–9, 2002, pp. F3H2-F3H7.
- [11] D. Adair, D & M. Jaeger. "Incorporating Critical Thinking into an Engineering Undergraduate Learning Environment". *International Journal of Higher Education*, 5(2), 23-39, 2016
- [12] L. M. Michaluk, J. Martens, R. L. Damron & K. A. High. Developing a methodology for teaching and evaluating critical thinking skills in first-year engineering students. *International Journal of Engineering Education*, 32(1), 84-99, 2016.
- [13] P. A. Ralston & C. L. Bays, "Critical thinking development in undergraduate engineering students from freshman through senior year: A 3-cohort longitudinal study". *American Journal of Engineering Education (AJEE)*, 6(2), 85-98, 2015



- [14] P. Caratozzolo, A. Alvarez-Delgado & S. Hosseini, "Strengthening critical thinking in engineering students". *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 13(3), 995-1012, 2019.
- [15] K. C. Welch, J. Hieb & J. Graham, "A systematic approach to teaching critical thinking skills to electrical and computer engineering undergraduates". *American Journal of Engineering Education (AJEE)*, 6(2), 113-124, 2015.
- [16] R. H. Ennis, "Goals for a critical thinking curriculum and its assessment". In A. L. Costa (Ed.), *Developing minds* (3rd ed.) (pp. 44e46). Alexandria, VA: ASCD, 2002.
- [17] D. M. Gut, "Integrating 21st century skills into the curriculum". In G. Wan, & D. M. Gut (Eds.), *Bringing schools into the 21st Century* (pp. 137e157). Dordrecht, New York: Springer, 2011.
- [18] R. Paul, "Critical thinking: How to prepare students for a rapidly changing world". Santa Rosa, CA: Foundation for Critical Thinking, 1995.
- [19] P. A. Facione (Dir.), "Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction". Millbrae, CA, The California Academic Press, 1990.
- [20] J. Piette. "Una educación para los medios centrada en el desarrollo del pensamiento crítico". *Formación del Profesorado en la Sociedad de la Información*, 63-80, 1998.
- [21] R. Ennis. *Critical Thinking*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1996
- [22] R. Ennis, "Critical Thinking Across the Curriculum: A Vision." *Topoi* 37 (1): 165–84. doi:10.1007/s11245-016-9401-4, 2016
- [23] R. Paul & L. Elder, L. . *The miniature guide to critical thinking concepts & tools* (6th ed.). Dillon Beach, CA: The Foundation for Critical Thinking, 2019
- [24] R. Ennis. Estrategias de enseñanza. <http://criticalthinking.net/wp-content/uploads/2019/02/21-one-strategies-for-teachin-CT.pdf>
- [25] W. Condon and D. Kelly-Riley, "Assessing and teaching what we value: The relationship between college-level writing and critical thinking abilities", *Assessing Writing*, 9, 2004, pp. 56–75.
- [26] B. Gunnink and K. L. Sanford Bernhardt, "Writing, critical thinking, and engineering curricula", *Frontiers in Education (FIE) Conference*. Boston, MA, November 6–9, 2002, pp. F3H2-F3H7.
- [27] R.W. Hendricks and E. C. Pappas, "Advanced engineering communication: An integrated writing and communication program for materials engineers", *Journal of Engineering Education*, 85(4), 1996, pp. 343–352.
- [28] E. Wheeler and R. McDonald, "Writing in engineering courses", *Journal of Engineering Education*, 89(4), 2000, pp. 481–486.
- [29] S. M. Lord, "Integrating effective writing to communicate experiences in engineering courses: Guidelines and examples". *International Journal of Engineering Education*, 25(1), 2009, pp. 196–204.
- [30] J. C. Bean and M. Weimer, "*Engaging ideas: The professor's guide to integrating writing, critical thinking, and active learning in the classroom*", John Wiley & Sons. San Francisco, CA, 2011.
- [31] E. Cooney, A. Alfrey and S. Owens, "Critical thinking in engineering and technology education: A review", *American Society of Association of Engineering Education (ASEE) Conference*, Pittsburg, PA, June 22–25, 2008.