

EPS: Metodología para resolución de enunciados en ciencias básicas apoyándose en pensamiento computacional

✉ OMAR IVÁN TREJOS BURITICÁ¹

Resumen

El presente artículo busca mostrar sistemáticamente una estrategia para resolver enunciados, como los que se plantean en las ciencias básicas, heredada del pensamiento computacional. Se realizaron pruebas con grupos de estudiantes con los cuales se obtuvieron resultados cuantitativos y cualitativos que permitieron realizar inferencias en cuanto a la efectividad así como al efecto en el aprendizaje de la estrategia EPS (Entrada – Proceso – Salida) que permite tener elementos de juicio para saber por dónde iniciar la resolución de un problema, para saber cómo proceder y para llegar a una respuesta que resuelva el enunciado. Los resultados permiten concluir que si los estudiantes tienen una estrategia para resolver enunciados, problemas y ejercicios, les será más fácil solucionarlos y, además, podrá ir apropiando el pensamiento computacional, tan necesario en estos tiempos.

Palabras clave: Aprendizaje, Ejercicios, Metodología, Pensamiento computacional, Problemas, Resolución de enunciados, Situaciones problema

IPO: A methodology for solving problems using computational thinking

Abstract

The target of this article is to present a methodology for solving problems, such as those used in basic sciences, inherited from modern computational thinking and applicable to any area of knowledge. To achieve this, tests were

¹ Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.



Autor de correspondencia: Trejos Buriticá, O.I. (Omar Iván): Calle 14 A No. 26-53 Apto 301 Edificio Castilla, Barrio Los Álamos. Pereira – Risaralda, Colombia. Teléfono: (57) 318 362 43 44.
Correo electrónico: omartrejos@utp.edu.co

Historia del artículo:

Artículo recibido: 27-IX-2018/ Aprobado: 30-V-2019
Disponible online: 3 de julio de 2019
Discusión abierta hasta marzo de 2021

conducted with different groups of students with which some quantitative and qualitative results were obtained that allowed some inferences to be made not only in terms of effectiveness but also in terms of the effect on learning of a parametric methodology such as IPO (input – process - output) that allows, simply to have elements of judgment to know where to start the process of solving a problem, how to proceed with this start and to arrive at a response that solves the problem statement. The results conclude that while the students have a parametric methodology to solve sentences, problems, situations and exercises, it will be much easier to solve problems and, in addition, they will be able to appropriate the computational thinking, so necessary in times in which new technologies we can find in all corners of society and their needs.

Keywords: Computational thinking, Exercises, Learning, Methodology, Problem situations, Solving problems.

EPS: Metodologia para a resolução de declarações científicas básicas baseadas em pensamento computacional

Resumo

Este artigo apresenta sistematicamente uma estratégia para a resolução de declarações, tais como os decorrentes nas ciências básicas, herdada do pensamento computacional. que permite evidência para grupos de estudantes teste com o qual os resultados quantitativos e qualitativos que permitiram inferências quanto à eficácia e os efeitos sobre a aprendizagem da estratégia EPS (- - entrada do processo de saída) foram realizados saber por onde começar a resolver um problema, para saber como proceder e para chegar a uma resposta que resolve o comunicado. Os resultados mostram que se os estudantes têm uma estratégia para a resolução de declarações, problemas e exercícios, será mais fácil de corrigir e também pode ir apropriando pensamento computacional, tão necessária nestes tempos.

Palavras-chaves: exercícios de aprendizagem, Metodologia, Problemas, pensamento computacional, Solução de declarações, situações problemáticas.

1. Introducción

Una de las dificultades más recurrentes en los estudiantes, al momento de enfrentarse a un enunciado problemático al cual debe buscarle una solución, es resolver la inquietud de ¿por dónde empezar? Tal vez sea esta la pregunta natural que surge cuando el estudiante se encuentra inmerso en diferentes procesos de aprendizaje de áreas como las matemáticas, la física, la química y la programación de computadores (Diaz Barriga & Hernandez Rojas, 2002). Si bien, se tiene claro que permanen-

temente el cerebro busca significado a todo aquello que recibe a través de sus sentidos (Medina, 2010), también lo es que cuando se encuentra ese significado, el sentido busca encontrar las respuestas que resuelvan un problema, una situación, un enunciado o simplemente un ejercicio (Ballester Valori, 2011).

El estudio que inspira el presente artículo fue realizado por el investigador autor del mismo entre 300 estudiantes de la Universidad Tecnológica de Pereira de diferentes semestres durante los años 2015, 2016 y 2017, arrojó como resultado que el 98% de ellos consideran que el momento más difícil para

resolver un problema radica en definir claramente por dónde empezar. Ante la pregunta ¿Cuál considera usted que es el problema más complejo al que se enfrenta como estudiante cuando debe encontrarle una solución a un enunciado, a una situación teórica o a un ejercicio? La respuesta fue contundente y, aunque los demás elementos del estudio en mención (explicado en el párrafo anterior) forman parte de otro artículo, se puede considerar que resulta de gran importancia para el alumno tener unos elementos de juicio que le permitan resolver esta inquietud para poder aplicar los métodos y los procedimientos establecidos desde las ciencias básicas.

El problema a resolver en esta investigación, que corresponde al motivo que inspira este artículo, consiste en brindarle al estudiante de los programas de Ingeniería una estrategia para resolver ese primer escollo rápidamente, es decir, que le permita pasar a la acción en la resolución de un problema y que, a la vez, sea una forma de verificar la validez de sus soluciones y la invalidez o imposibilidad de las mismas, teniendo en cuenta que se hace desde la perspectiva que el pensamiento computacional provee. Es una necesidad ingente en los estudiantes de las asignaturas de ciencias básicas y de las áreas de programación, tener un punto de referencia para iniciar todo el proceso de encontrar resolución de problemas (Rodríguez Palmero, 2004).

De nada le sirve a un estudiante de una asignatura de programación de computadores, conocer la teoría de la lógica de programación si no tiene claramente definido lo que puede hacer con ella; de la misma forma, de nada le sirve a un estudiante de una asignatura de matemáticas, conocer de memoria los casos de factorización si al momento de utilizarlos no tiene perfectamente claro lo que va a hacer con ellos; asimismo, de nada le sirve a un estudiante de las asignaturas de física aprenderse muy bien las fórmulas que calculan la posición de un móvil en una trayectoria, si no tiene claro el sentido de aplicación de dicho móvil; así mismo, podríamos continuar buscando razones para justificar la necesidad de encontrar en la metodología Entrada – Proceso

– Salida (en adelante EPS), que es la que concita este artículo, una opción para que el estudiante resuelva ese primer paso que debe dar al enfrentarse a un enunciado problemático y que tiene su génesis en la pregunta ¿por dónde empiezo?

Lo novedoso del presente artículo es que, si bien la metodología de resolución de problemas es una estrategia recurrente en los docentes de las asignaturas de las áreas de ciencias básicas (incluyendo la programación de computadores, recientemente considerada parte de ellas) (Jensen, 1994), pocas veces se plantea, desde una perspectiva científica investigativa, una metodología que facilite el inicio de actividades tendientes a encontrar soluciones a enunciados problemáticos. A esto se le adiciona la posibilidad de que el estudiante cuente con una metodología que también le permita verificar si su solución es posible, es factible y es implementable, de forma que tenga unos criterios mucho más sólidos que el simple razonamiento espontáneo.

No ha de olvidarse que todo esto tiene sentido siempre y cuando el estudiante se encuentre inmerso en un marco coherente de desarrollo de una asignatura y tenga acceso a los conocimientos propios de cada área correspondiente a las ciencias básicas (incluyendo la programación de computadores). Debe tenerse en cuenta que en este artículo se hace hincapié en las asignaturas de las ciencias básicas pero la metodología EPS que aquí se plantea podría ser aplicable a muchas otras áreas disciplinares. La investigación se realizó con estudiantes de asignaturas de Matemáticas, Física, Química y Programación de Computadores de programas de Ingeniería. El propósito de esta investigación, que se explica en los párrafos anteriores, surge y se justifica en el hecho de que entre los docentes investigadores de las asignaturas de ciencias básicas y de programación de computadores se observa que gran parte del tiempo que el estudiante requiere para resolver un enunciado problemático, lo invierte en pensar por dónde comienza a resolverlo. Si bien es cierto que muchas veces escoge el camino indicado, también lo es que muchas veces no lo logra y, por lo tanto, surge la

necesidad de buscarle un mecanismo o, apropiadamente dicho, una metodología que le permita tener unos criterios sólidos para resolver dichos enunciados problemáticos, labor que pareciera corresponderle a la investigación en manos del docente que corresponda (Campillay & Meléndez, 2015).

Para abordar esta temática, desde una perspectiva científica investigativa, se ha recurrido a literatura especializada en relación con la teoría del aprendizaje significativo, teoría del aprendizaje por descubrimiento, características del cerebro en los procesos de aprendizaje, pensamiento computacional y programación de computadores que complementan y confieren significado a la estrategia EPS.

Este artículo es producto del proyecto de investigación 6-15-10 “Desarrollo de un modelo metodológico para aprender programación en Ingeniería de Sistemas basado en aprendizaje significativo y el modelo 4Q de preferencias de pensamiento” aprobado por la Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión de la Universidad Tecnológica de Pereira. El proyecto se desarrolló durante los años 2015, 2016 y 2017, tiempo en el cual se recolectaron datos con grupos de estudiantes de asignaturas de Programación de Computadores, Física, Matemáticas y Química.

Aprender implica un proceso en el cual el cerebro reacondiciona su base cognitiva a la luz de nuevos conocimientos que llegan a cuestionar, confrontar, retroalimentar, reemplazar o modificar conocimientos que se hayan adquirido previamente (Novak, 2011). El aprendizaje es el producto de una serie de actividades, estrategias y acciones que suceden en los tres contextos de aprendizaje (en el aula, en la institución y por fuera de la institución) que permiten formar elementos de juicio y criterios que posteriormente pueden ser utilizados en diferentes situaciones (Ministerio de Educación Nacional, 2005). Cuando se habla de aplicación del conocimiento se está haciendo referencia bien a aquellas situaciones en las cuales se ha entrenado al estudiante o bien en esas otras en las cuales el estudiante no se ha entrenado pero que puede re-

solver si tiene la capacidad, y se ha formado para ello, de encontrar espacios de solución en donde sus conocimientos pueden llevar a resolver problemas, enunciados, situaciones o ejercicios propuestos (De Zubiría Samper, 2013).

En la primera situación se puede hablar de las habilidades que adquiere el estudiante y en la otra situación se puede hablar de las competencias, ambas aristas necesarias y requeridas para cristalizar los logros de un proceso determinado de aprendizaje (Trejos Buriticá, 2012). Precisamente, la teoría del aprendizaje significativo establece la relación entre el conocimiento previo, el nuevo conocimiento y la actitud del estudiante como los tres elementos que posibilitan un proceso de aprendizaje exitoso. La actitud del estudiante tiene, entre otros factores, la motivación (que corresponde al gran deseo de aprender por parte del estudiante) y la capacidad de relacionar los conocimientos previos con los nuevos conocimientos de forma que puedan complementarse, desplazarse o confrontarse tal que se haga realidad, en el cerebro, el concepto de aprendizaje (Ausubel, 2010).

Sobre esta base, el conocimiento adquirido exige un significado dentro del contexto de la vida del estudiante y solo hasta cuando dicho significado emerge, el estudiante (o su cerebro) podrá estar en condiciones de establecer las relaciones pertinentes que se conviertan en aprendizaje (Ausubel, *The Acquisition and Retention of Knowledge*, 2012). El significado es pues la relación entre el conocimiento y alguno de los tres contextos (eventualmente los tres) que permiten que un saber específico tenga sentido para el alumno.

Es aquí en donde las ciencias básicas tienen su pedestal asegurado puesto que difícilmente se encuentran asignaturas, dentro de un plan de estudios de un programa de formación superior, tan exactas para aplicar los elementos que configuran el concepto de significado y su teoría de aprendizaje asociada. En las asignaturas de las áreas de Matemáticas, Física, Química, Biología y Programación de Computadores, se encuentra el espacio académico preciso para pensar en que el conocimiento sin aplicación difícilmente

cristaliza el proceso de aprendizaje en la dimensión y con los logros con que se debiera y posiblemente sea difícil encontrar asignaturas más indicadas para adoptar la estrategia de enunciados, ejercicios y situaciones problema en donde el razonamiento, la relación entre conocimiento previo y nuevo conocimiento y la búsqueda de soluciones a la luz de un pensamiento crítico, coherente y sistematizado.

Una teoría como la de aprendizaje por descubrimiento establece que es mucho más efectivo para un proceso de aprendizaje todo aquello que el cerebro resuelve por sus propios medios y basado en los conocimientos adquiridos, es decir, todo aquello que el cerebro “descubre” (Bruner, 2009). El proceso de encontrar una solución a un enunciado, una situación problémica o un ejercicio implicar un proceso de relación con los conocimientos previos que involucra dos ingredientes adicionales: la fascinación por resolverlo y la oportunidad de ir tras lo que aparenta ser insólito como es resolver un problema por los propios medios.

Esta teoría de aprendizaje sugiere que los objetivos, en el planteamiento de enunciados, situaciones problémicas y ejercicios sean alcanzables por el estudiante y que siempre se encuentren dentro de un marco coherente de premios y castigos tal que unos y otros sean factores de motivación y, en ningún momento, alguno de ellos sea razón de desmotivación (Bruner, Hacia una teoría de la instrucción, 2006). Descubrir la solución a un problema implica aplicar el conocimiento que se adquirió en las condiciones en que su enunciado lo exige y tener la satisfacción de encontrar una solución no sólo de dicho problema sino de otros que pueden tener, posiblemente, un nivel de complejidad más alto.

Todo esto se respalda en la manera como aprende el cerebro que recibe información o conocimiento por los sentidos y dependiendo de su frecuencia de uso y de la urgencia con que se requieran, ubica en la memoria a largo plazo los elementos de juicio necesarios para reconstruir dicho conocimiento en el momento en que sea requerido (Herrmann, 2015). De la misma manera información o

conocimiento que se adquiera y que tenga una muy baja frecuencia de uso, es ubicada en la memoria a corto plazo o, incluso, es desechada de manera autónoma por el cerebro. La información y el conocimiento que no se destacan ni por su alta frecuencia, urgencia de uso o baja frecuencia, es ubicada en un espacio similar a una memoria a mediano plazo mientras se define, también de manera autónoma, cuál podría ser su destino.

Esto nos lleva a pensar que los conocimientos que se adquieren a partir de los métodos y procedimientos propios de las ciencias básicas, son de muy poca utilidad si no se les asocia con enunciados, ejercicios y situaciones problemas que preferiblemente han de ser cercanos a alguno de los tres contextos en los cuales vive el estudiante (Davis, 20014), teniendo en cuenta que enunciados y problemas son los elementos excelsos para el planteamiento de situaciones que se pueden resolver con los conocimientos que se heredan y proveen de las asignaturas enmarcadas dentro de las ciencias básicas. A todo esto, ha de recordarse que la búsqueda de significado es innata y autónoma por parte del cerebro.

Precisamente, el pensamiento computacional provee una metodología muy apropiada al momento de resolver situaciones problémicas, enunciados y ejercicios. Debe acotarse que el pensamiento computacional, según su creadora Jeannette Wing, implica desarrollar una habilidad para resolver problemas, para diseñar sistemas y con ellos comprender las características del comportamiento humano, todo ello apoyados en conceptos fundamentales de la información, la tecnología y el pensamiento crítico (Wing, 2006).

El aporte que le hace el pensamiento computacional, fundamento de la estrategia EPS, a aquellas asignaturas cuyo proceso de aprendizaje se basa en la formulación y resolución de problemas consiste en una metodología y tres principios. La metodología se conoce como EPS (Entrada – Proceso – Salida) según la cual cuando se tiene una situación problemática, un enunciado o un ejercicio, se hace muy fácil resolverlo si se definen claramente datos que requiere el

enunciado para implementar su solución (Entrada), cuando se plantean los algoritmos para desarrollar un proceso que utilice dichos datos de entrada (Proceso) y cuando se definan claramente los datos que debe entregar dicho proceso y que, teóricamente, ha de corresponder a la solución requerida (Salida) (Perez Paredes & Zapata Ros, 2018).

Es de anotar que se establece, en esta metodología, que la Salida será exitosa si el Proceso de ha definido claramente y que el Proceso será el apropiado si la Entrada es la requerida para resolver el enunciado, la situación problema o el ejercicio. Además de esta metodología, se acude a tres principios que provee el pensamiento computacional: a) la mirada hacia la metodología EPS que permite no solamente resolver problemas sino tener elementos de juicio para definir cuando un problema es irresoluto o cuando se ha escogido un camino equivocado para lograrlo, b) la utilización de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación y de sus servicios asociados para implementar soluciones que requieran velocidad de procesamiento y c) la aplicación del pensamiento crítico como una forma de retroalimentar la metodología y el uso de las tecnologías desde una perspectiva científica, humanista e investigativa. Es de anotar que el pensamiento crítico, complemento del pensamiento computacional que es el fundamento de la estrategia EPS, implica la capacidad de identificar, seleccionar, procesar y transformar la información en conocimiento pertinente para los diversos contextos (Universidad Tecnológica de Pereira, 2018).

Esto nos invita a tener claro lo que es una situación problemática, un enunciado o un ejercicio que puede resolverse con esta metodología. Como una situación problemática se puede definir aquel texto que plantea una vivencia, que puede ser real o hipotética, en la cual el estudiante puede pensar en la aplicación de conceptos y teorías propios de un determinado tema (Havenge, Breed, & *et al.*, 2013).

Por ejemplo: Un hombre se encuentra flotando en una parte del espacio con un balón en la mano. En un momento dado suelta el balón y éste, comien-

za a avanzar lentamente, atraído por la fuerza gravitacional de la Tierra. El hombre toma el balón y se ubica varios kilómetros más lejos de la Tierra. Vuelve a soltar el balón y nota que éste es atraído por el planeta pero a una velocidad menor. Esta misma prueba la hace a diferentes distancias, cada vez más lejos de la Tierra, y nota que su avance es más lento. ¿A qué distancia deberá ubicarse el hombre con su balón tal que, al soltarlo, éste se quede quieto flotando en el aire y no sea atraído por la fuerza gravitacional de la Tierra? (Halliday & Resnick, 2013).

Si lo que se requiere es plantear un enunciado, éste se remite a una situación que se puede definir en términos muchos más generales que una situación problémica. Un ejemplo de ello es el siguiente: Un móvil se desplaza a una velocidad constante de 36 km/h. ¿Al cabo de 16 segundos, cuántos km ha recorrido? (Giancoli, 2013) Nótese que, en este enunciado, no existen elementos que permitan al estudiante imaginarse su participación en él, a diferencia de la situación problémica. Por su parte un ejercicio no es más que el planteamiento de una expresión que permite aplicar algunos de los procesos que las ciencias básicas, en cualquiera de sus áreas, provee. Por ejemplo: Resolver $x^3+4x^2-5x+6=0$, en donde todo lo que se requiere es conocer un determinado método y aplicarlo hasta encontrar el valor de x (Baldor, 2007).

La resolución de cualquiera de estas tres formas de retar el conocimiento y ponerlo a prueba, constituye una de las estrategias más utilizadas en las asignaturas propias de las ciencias básicas independiente del programa de formación en el cual se encuentren. Esto lleva a pensar en la utilidad de conocer una metodología que posibilite la solución por un camino sistemático y en gran medida, paramétrico.

2. Metodología

La presente investigación se dividió en tres fases: una 1ª fase de contacto, cuestionamiento y socialización con los estudiantes de Ingeniería; una 2ª fase de apropiación de la metodología EPS por parte de ellos y una 3ª fase de retroalimentación a través

de contacto directo y contacto mediado aprovechando los servicios de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

En la 1ª fase, es decir, la fase de contacto, cuestionamiento y socialización, se cumplieron tres actividades. Aleatoriamente, en la cafetería central de la Universidad Tecnológica de Pereira, se hizo contacto con 50 estudiantes (en cada semestre, de lo cual siempre se mantuvo registro de trabajo de campo) preguntándoles si eran estudiantes de alguno de los programas de Ingenierías que ofrece la UTP y cuál era la dificultad más grande que encontraban cuando se enfrentaban a un enunciado, una situación problemática o un ejercicio en las asignaturas de Ciencias Básicas (matemáticas, física, química, biología y programación de computadores). Todo esto se realizaba explicando, brevemente, el objetivo de la investigación en curso. Los resultados obtenidos se presentan en la **Tabla 1** en el aparte de Resultados.

Es de anotar que este primer contacto con cada estudiante siempre tomó entre 10 y 12 minutos y que la selección de ellos siempre fue aleatoria, aunque después de establecer contacto, se preguntaba si estaban en programas de Ingeniería. Tampoco se cuestionó el semestre en el cual se encontraba, solo se constató que aún estuviera viendo asignaturas del área de Ciencias Básicas. En cada semestre se cumplió con una cuota de 50 estudiantes y de esta forma, a lo largo de los 6 semestres, se alcanzó la meta cuantitativa de 300 estudiantes abordados.

A cada estudiante contactado, se le explicó brevemente la metodología EPS con un enunciado, una situación problemática y un ejercicio indicándole las bondades y beneficios de adoptar dicha metodología. También se le explicaron las características de la metodología en el sentido que si se define bien la Entrada, el Proceso se aclara y la Salida es muy fácil alcanzarla. De la misma manera, si la Salida no es clara significa que el Proceso no fue el apropiado y por lo tanto es muy posible que la Entrada no sea la pertinente.

Todo esto dentro del contexto de tener claro lo que, para efectos de la metodología, significa Entrada, Proceso y Salida. Este proceso de 1er contacto se

realizó en las primeras 4 semanas de cada semestre de investigación. En ese primer contacto también se estableció comunicación con intercambio del número de celular y correo electrónico pues esta información era de vital importancia para la retroalimentación que implicaba la 3ª fase.

Durante la 2ª fase se permitió que los estudiantes libremente aplicaran la metodología en las asignaturas de Ciencias Básicas que estuvieran cursando y siempre se mantuvieron abiertos los canales de comunicación para posibles dudas. Efectivamente las dudas llegaron y fueron respondidas exitosamente, en especial, en lo que se refiere a la resolución de talleres en donde la metodología EPS facilitó mucho las respuestas requeridas. La **Tabla 2**, del aparte de Resultados, presenta una cuantificación de las consultas realizadas por correo electrónico, por llamada a celular y por whatsapp (en cualquiera de sus servicios: video, texto, audio y foto).

Para esta 2ª fase, se dejó que el tiempo transcurriera y que los estudiantes aplicaran, si a bien lo tenían, la metodología EPS en sus respectivas asignaturas durante 8 semanas (desde la 5ª semana hasta la 12ª semana). Con el ánimo de documentar mejor la perspectiva frente a la resolución de enunciados, situaciones problema y ejercicios, se recurrió a seleccionar 5 profesores por cada semestre con el ánimo de conocer su opinión al respecto de la misma pregunta que se le formuló a los estudiantes en relación con la gran dificultad al momento de enfrentar la estrategia en mención. La **Tabla 3** presenta los resultados respectivos.

A partir de la 13ª semana se comenzó a retomar el contacto con cada uno de los 50 estudiantes que, en cada semestre, se contactó para efectos de la investigación. Este contacto constituyó el corpus de la 3ª fase del proyecto pues a partir de él se pudo conocer la opinión de los estudiantes tanto de manera informal como de manera sistematizada tomando como base tres preguntas que se les hicieron a todos. La **Tabla 4** expone los resultados de la opinión de los estudiantes tanto en lo informal (a partir del diálogo) como en relación con las respuestas a las 3

preguntas formuladas. Estas preguntas fueron las siguientes: a) ¿Tiene clara la metodología EPS?, b) ¿Aprendió a resolver un enunciado, una situación problemática o un ejercicio usando la metodología EPS? Y por último c) ¿La metodología EPS es de fácil recordación? Las respuestas posibles a estas preguntas eran “Sí”, “No” y “Mas o Menos”.

Para la explicación de la metodología EPS, en la 1ª fase, se acudió a una hoja tamaño carta en donde se explicaba, detalladamente y de la forma más didáctica posible, la resolución de los siguientes tres problemas: a) Si un vehículo se desplaza a 60km/h en la ruta Pereira – Cartago (distancia de 20 km).

¿Cuánto tiempo le tomará hacer este recorrido si va a velocidad constante? ¿Por qué, en la realidad, el viaje de Pereira a Cartago demora un tiempo diferente al calculado en esta situación problemática?; b) Resolver la ecuación $x^2+5x+3=0$, y c) Se requiere construir un programa que reciba 3 números enteros y que calcule el promedio de dichos números.

3. Resultados

Los resultados obtenidos en el proceso investigativo durante la 1ª fase fueron de la metodología adoptada, fueron los siguientes:

TABLA 1. DIFICULTADES ESTUDIANTILES*

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Año	Sem	Dificultad planteada por los estudiantes				Total
		No es claro el objetivo	No sé por dónde empezar	No sé qué fórmula necesito	No es clara la teoría	
2015	I	3	45	1	1	50
	II	4	44	2	0	50
2016	I	2	45	2	1	50
	II	1	47	1	1	50
2017	I	2	44	3	1	50
	II	1	46	2	1	50
T o t a l e s		13	271	11	5	300
%		4%	90%	4%	2%	100%

*Se refiere a dificultades al enfrentar un ejercicio, un enunciado o una situación problema

TABLA 2. CONSULTAS REALIZADAS*

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Año	Sem	Canal de Consultas realizadas							Tot
		Email	Phone Call	WA** Text	WA Audio	WA Foto	WA Video	Diálogo	
2015	I	36	11	256	9	12	5	22	351
	II	56	25	302	11	11	3	29	437
2016	I	43	12	197	14	15	6	32	319
	II	31	19	243	12	19	8	31	363
2017	I	32	22	298	16	20	4	19	411
	II	44	21	255	13	16	7	17	373
T o t a l		242	110	1551	75	93	33	150	2254
%		9%	4%	61%	3%	4%	1%	6%	100%

*Este es el resumen de las consultas durante los 3 años

**WA = WhatsApp

TABLA 3. DIFICULTADES ESTUDIANTILES (DESDE LOS PROFESORES)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Año	Sem	Dificultad planteada por los estudiantes				Total
		No entienden la teoría	No estudian	No saben por dónde comenzar	No prestan atención	
2015	I	1	0	3	1	5
	II	0	1	4	0	5
2016	I	1	1	2	1	5
	II	1	0	3	1	5
2017	I	0	0	4	1	5
	II	1	0	3	1	5
Totales		4	2	19	5	30
%		13%	7%	63%	17%	100%

TABLA 4. RESPUESTAS DE LOS ESTUDIANTES

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Año	Sem	Preg 1		Preg 2		Preg 3		
		Si	No	Si	No	Si	No	+ o -
2015	I	49	1	49	1	45	3	2
	II	48	2	50	0	46	2	2
2016	I	48	2	48	2	48	1	1
	II	49	1	48	2	47	2	1
2017	I	50	0	49	1	48	2	0
	II	48	2	50	0	49	1	0
Total		292	8	294	6	283	11	6
% Relativo		97%	3%	98%	2%	94%	4%	2%

El volumen de consultas recibidas, sin ser docente de ninguno de los estudiantes que participaron en la investigación, en relación con la aplicación y revisión de la metodología EPS se presenta en la **Tabla 2**.

Aunque esta tabla requeriría un análisis más detallado, vale la pena tenerla en cuenta en la discusión, pues el volumen de consultas no es despreciable. En la **Tabla 3** se presentan los resultados de las dificultades percibidas por los estudiantes desde la perspectiva de los docentes.

En cuanto a las respuestas recibidas por los estudiantes a las 3 preguntas realizadas, los resultados se presentan en la **Tabla 4**. Tal como se explicó, las preguntas fueron: a) ¿Tiene clara la metodología

EPS?, b) ¿Aprendió a resolver un enunciado, una situación problémica o un ejercicio usando la metodología EPS? Y por último c) ¿La metodología EPS es de fácil recordación? Las respuestas posibles a estas preguntas eran “Si”, “No” y “Mas o Menos”.

Todos los detalles pertinentes al levantamiento de información y los documentos en donde se registró la interacción con los estudiantes se han omitido (pero están disponibles para efectos de revisión) y en este artículo se han presentado los datos en un formato a partir del cual se facilite las interpretaciones y los análisis respectivos.

4. Discusión

En relación con la estrategia EPS, se consideró oportuno la opinión e interacción con estudiantes

de diferentes programas de Ingeniería que estuvieran en diferentes niveles de su formación profesional con la única condición de que, en el momento, estuvieran asistiendo a cursos propios de las Ciencias Básicas. El objetivo de la adopción de esta metodología radicó en que cuando se realizar una investigación con estudiantes de un solo curso, es muy posible que los resultados terminen siendo afectados por factores como la relación con el docente, la misma calidad del docente e, incluso, la experiencia y conocimiento que este docente pudiera tener y, a la postre, se terminan desviando dichos resultados de lo que se quiere buscar.

Se cuidó que ninguno de los estudiantes seleccionados cursaran cursos orientados por el docente investigador autor de este artículo, es decir, que fueran desconocidos. Se confió, eso sí, en la palabra del estudiante cuando decía que estaba aún viendo asignaturas de Ciencias Básicas, algunos decían el nombre de la asignatura y otros, cuando comentaban el programa de formación y el semestre en el que estaban, era suficiente para saber que efectivamente estaban en el nivel básico en donde las Ciencias Básica hacen su presencia.

Igualmente se cuidó mucho que todos los estudiantes seleccionados pertenecieran a un programa de ingeniería de los que ofrece la Universidad Tecnológica y, para efectos de la objetividad, se mantuvo su anonimato en cuanto al nombre propio aunque debe admitirse que cuando se interactuaba con ellos por correo electrónico era posible conocer su nombre pero siempre a posteriori del primer contacto.

Los resultados presentados en la **Tabla 1** evidencian una alta incidencia para el estudiante en referencia con la pregunta ¿por dónde comienzo a resolver un enunciado, una situación problémica o un ejercicio? El 90% de los estudiantes encuestados describen como su máximo problema no saber por dónde empezar lo cual refuerza la idea de pensar que poner a disposición de ellos una metodología como EPS es una manera de brindarles una herramienta efectiva que les resuelva la pregunta incluso antes de conocer el resultado y que, por lo tanto,

tengan un camino expedito para arriesgarse a resolver el planteamiento al cual deban enfrentarse. Las demás opciones comentadas por el usuario, que se presentan en la misma **Tabla 1**, tienen valores que no parecieran ser significativos dentro del contexto de la presente investigación.

En cuanto a los resultados presentados en la **Tabla 2**, y solamente para comentar brevemente dado que el uso de las nuevas tecnologías en consultas académicas es tema de otro artículo, nótese que para los estudiantes tener una opción de consulta, por cualquiera de los caminos es importante aun sabiendo que el docente investigador no es el docente con quien está llevando los cursos propios de las Ciencias Básicas. El volumen de consultas en los 6 semestres es significativo y debe destacarse que, siendo la comunicación directa (Diálogo o WhatsApp Video) el camino aparentemente más apropiado para comunicarse, el servicio más utilizado fue WhatsApp Texto. Los elementos de juicio que circundan su análisis corresponderán a temas que se salen del alcance de este artículo.

Desde la perspectiva de los profesores, según se muestra en la **Tabla 3**, también se hace hincapié en el problema de que los estudiantes no saben por dónde empezar y gracias a que la muestra de los docentes, por razones naturales, es mucho más pequeña, se pudo realizar con ellos un trabajo de acercamiento mucho más personalizado que con los estudiantes pues con cada profesor la conversación duró entre 40 minutos y 1 hora lo cual permitió conocer más elementos de juicio desde su perspectiva. Según sus respuestas, que son mucho más cualitativas que cuantitativas, el 63% de los profesores (o sea 19 de 30 encuestados) admiten que el problema no es sólo para los estudiantes al no saber por dónde comenzar sino también para ellos pues muchos manifestaban, en medio de la conversación, que no conocían una metodología, como tal, para resolver el tipo de situaciones problema, enunciados y ejercicios como los que se plantean en las asignaturas de Ciencias Básicas. Valdría la pena, a este respecto, realizar un trabajo más profundo con los profesores

e incluir en este tipo de investigaciones otras instituciones no sólo de la región sino de otras regiones para tener un panorama mucho más amplio de las dificultades al respecto del tema que nos concita.

Finalmente, al realizar las 3 preguntas que cie-rran este proceso y después de que los estudiantes han interactuado, utilizado y aplicado la metodología EPS, se obtuvieron los resultados que se presentan en la **Tabla 4**. Para efectos de un breve análisis, las tres preguntas fueron las siguientes: a) ¿Tiene clara la metodología EPS?, b) ¿Aprendió a resolver un enunciado, una situación problémica o un ejercicio usando la metodología EPS? Y por último c) ¿La metodología EPS es de fácil recordación? La cuantificación de las respuestas demuestra, ante todo, una alta confianza de los estudiantes en el uso de la metodología EPS como herramienta para resolver el gran problema que ellos mismos habían planteado desde el inicio. Es de anotar que el levantamiento de las respuestas se realizó aprovechando los canales de comunicación que se tuvieron con los estudiantes seleccionados desde el principio y capitalizando las bondades de la estadística inferencial.

Nótese que el hecho de que el 97% de los estudiantes tuviera clara la metodología EPS, el 98% de ellos admitiera que aprendió a resolver un enunciado, una situación problémica o un ejercicio aplicándola y que el 94% manifieste que es de fácil recordación, significa que la metodología EPS definitivamente sirvió como puente para resolverle el problema más complejo que tuvieron hasta antes de conocerla. Valdrá la pena indagar, en un estudio posterior, luego de conocer esta metodología cuál es el problema que encuentran los estudiantes cuando se enfrentan a esta estrategia académica tan recurrente en las asignaturas de Ciencias Básicas incluyendo la programación de computadores.

Con los resultados obtenidos y teniendo en cuenta la metodología que se adoptó para el desarrollo de esta investigación se concluye que la metodología EPS es significativamente útil para la resolución de problemas no sólo porque le facilita al estudiante encontrar una respuesta al problema más

complejo que enfrentan como es el de definir ¿por dónde empezar? sino también porque con esta metodología pueden tener la certeza de que han encontrado una posible solución acertada a la situación problémica, al enunciado o al ejercicio que deban resolver así como tener las herramientas lógicas que le permiten intuir, deducir y, muchas veces, demostrar que el problema es irresoluto o que la solución no es probable o factible. Conviene, por tanto, pensar en que los docentes de las asignaturas de Ciencias Básicas se apoyen en el pensamiento computacional para que le permitan a los estudiantes tener una herramienta que le servirá como solución de soluciones, es decir, que le permitirá encontrar la respuesta que busca dentro de la más recurrente de las estrategias en el aula, y fuera de ella, adoptada por los docentes universitarios en los programas de Ingeniería.

Referencias

- Ausubel, D. (2010). *Sicología Educativa: Un enfoque cognitivo*. New York: McGraw Hill.
- Ausubel, D. (2012). *The Acquisition and Retention of Knowledge*. Washington - USA: Springer.
- Baldor, A. (2007). *Algebra*. México D.F.: Grupo Patria Cultural.
- Ballester Valori, A. (2011). *Meaningful Learning in practice*. Islas Canarias: Universitat de les Illes Balears.
- Bruner, J. (2006). *Hacia una teoría de la instrucción*. México: Editorial Limusa.
- Bruner, J. (2009). *Actos de Significado*. Madrid - España: Alianza Editorial.
- Campillay, S., & Meléndez, S. (Abril de 2015). Análisis de impacto de metodología activa y aprendizaje heurístico en asignaturas de ingeniería. *Actualidades Investigativas en Educación*, 15(2).
- Davis, A. (20014). The credentials of brain based learning. *Journal of Philosophy of Education*, 38(1), 21.
- De Zubiría Samper, J. (2013). *Las competencias argumentativas: la visión desde la educación*. Bogotá: Editorial Magisterio.
- Diaz Barriga, F., & Hernandez Rojas, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México: McGraw Hill.
- Giancoli, D. (2013). *Physics: Principles with applications*. Boston: Pearson Editorial.

- Halliday, D., & Resnick, R. (2013). *Fundamentals of Physics Extended*. New York: Wiley Editorial.
- Havenge, M., Breed, B., & Et al. (Octubre de 2013). Metacognitive and problem solving skills to promote self directed learning in computer programming. *SA-eDUC Journal*, 10(2), 11-25.
- Herrmann, W. (2015). *The whole brain bussiness book*. New York: McGraw Hill.
- Jensen, E. (1994). *The learning brain*. NY: Brain Store Inc.
- Medina, J. (2010). *Los 12 principios del cerebro*. Bogotá: Grupo Editorial Norma.
- Ministerio de Educación Nacional. (2005). *Estandares básicos de competencias matemáticas*. Bogotá: MEN.
- Novak, J. (2011). Uma teoria de educação: aprendizagem significativa subjacente à integração construtiva de. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 1(2), 1 - 14.
- Perez Paredes, P., & Zapata Ros, M. (2018). *El pensamiento computacional, análisis de una competencia clave*. New York: Create Space Independent Publishing.
- Rodríguez Palmero, M. (Jun de 2004). *La teoría del Aprendizaje Significativo. La teoría del Aprendizaje Significativo*. Pamplona - España.
- Trejos Buriticá, O. (2012). *Significado y Competencias*. Pereira (Risaralda) - Colombia: Editorial Papiro.
- Universidad Tecnológica de Pereira. (2018). *Proyecto Educativo Institucional*. Pereira: CRIE UTP.
- Wing, J. (Marzo de 2006). Computational Thinking. *Communications on the ACM*, 49(3), 33-35.

**PARA CITAR ESTE ARTÍCULO /
TO REFERENCE THIS ARTICLE /
PARA CITAR ESTE ARTIGO /**

Trejos Buriticá, O.I. (2019). EPS: Metodología para resolución de enunciados en ciencias básicas apoyándose en pensamiento computacional. *Revista EIA*, 16(32), Julio-Diciembre, pp. 85-96. [Online]. Disponible en: <https://doi.org/10.24050/reia.v16i32.1266>