

VARIABLES QUE INCIDEN EN EL DÉFICIT DE PROGRAMADORES EN MÉXICO

VARIABLES THAT AFFECT THE DEFICIT OF PROGRAMMERS IN MEXICO

Dra. Dulce Elvira Ramírez Porras ^{1*}

¹ Docente de medio tiempo, Departamento Académico de Posgrado, Universidad Mundo Maya Campus Villahermosa. México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5570-2315>. Correo: dulceramirez@universidadmundomaya.edu.mx

Dr. Sebastián Madrigal Olán ²

² Profesor por asignatura, Departamento Académico de Ingeniería, Universidad Mundo Maya Campus Villahermosa. México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9568-4195>. Correo: sebastianmadrigalo@universidadmundomaya.edu.mx

Dr. Sergio Antonio García Vivas ³

³ Rector de Campus, Rectoría de Campus Villahermosa, Universidad Mundo Maya Campus Villahermosa. México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6359-1623>. Correo: vivassergio@universidadmundomaya.edu.mx

Mtra. Irene del Carmen Trujillo Gómez ⁴

⁴ Técnico Académico, Dirección de Tecnología de la Información e Innovación, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco Campus Chontalpa. México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7147-0142>. Correo: irene.trujillo@virtual.ujat.mx

* Autor para correspondencia: dulceramirez@universidadmundomaya.edu.mx

Resumen

Esta investigación se centró en analizar las causas del déficit de programadores a través de dos líneas de estudio; la primera supone una disminución de matrícula escolar en el área de la computación por lo que, se examinaron los anuarios estadísticos de 12 años publicados por la ANUIES; y la segunda vertiente estima que más del 50% de los estudiantes de nivel superior que estudia una licenciatura en el área de la computación no cuenta con las habilidades suficientes para resolver problemas mediante la programación. El propósito de

esta investigación es contribuir al conocimiento actual de esta problemática y ser fuente de consulta para instituciones educativas e industria en la mejora del talento humano dedicado al desarrollo de software.

Palabras clave: habilidades para solucionar problemas; programación; pensamiento computacional; algoritmos; pensamiento algorítmico

Abstract

This research focused on analyzing the causes of the programmer deficit through two lines of study; The first supposes a decrease in school enrollment in the area of computing, therefore, the 12-year statistical yearbooks published by ANUIES were examined; and the second aspect estimates that more than 50% of higher education students who study a degree in the area of computing do not have sufficient skills to solve problems through programming. The purpose of this research is to contribute to the current knowledge of this problem and to be a source of consultation for educational institutions and industry in the improvement of human talent dedicated to software development.

Keywords: *problem solving skills; programming; computational thinking; algorithms; algorithmic thinking*

Fecha de recibido: 28/08/2023

Fecha de aceptado: 27/09/2023

Fecha de publicado: 17/10/2023

Introducción

En la segunda década del siglo XXI, la dependencia a los servicios digitales en la sociedad ha tenido como resultado que la demanda de productos tecnológicos crezca de forma exponencial (Internet Live Stats, 2023); provocando en consecuencia un incremento en las necesidades de desarrollo de software y, por consiguiente, de profesionales cualificados en las industrias de la información (Zapata-Ros, 2015). Al respecto, las Naciones Unidas (2018) manifiesta que el capital humano es el recurso primordial para la digitalización de la estructura productiva de un país, no solo para el desarrollo de las empresas de innovación tecnológica (startups), sino también para la transformación de las industrias tradicionales.

Por su parte, directores de empresas como, Facebook, Apple, Mercado Libre, Google, entre otros, advierten que la rápida evolución del sector tecnológico, el crecimiento de servicios digitales y la creación de startups han provocado una brecha entre los requerimientos laborales y el talento humano disponible; el alcance de la discusión resalta la complejidad de encontrar programadores calificados (Beker, 2018; Camacho, 2018; y Pineda, 2018).

Por el contrario, Larson y Xue (2015) indican que no existe un déficit en los egresados de las licenciaturas en ciencias y tecnología, porque, si bien es cierto que existe escasez de trabajadores para la industria del software,

predomina un excedente en la ocupación académica. No obstante, Zapata–Ros (2015) reconoce un déficit de egresados programadores en las instituciones de educación superior y señala al proceso educativo, como causa de la falta de egresados con competencias de programación; así mismo reconoce que el logro de estas competencias en los estudiantes es una tarea compleja. En el mismo sentido, Beteta (2023) expone que hay una escasez de talento especializado para el desarrollo de software en México, y que se debe a causas como la brecha de conocimiento provocada por la insuficiente actualización de los modelos educativos y la falta de educación continua de los profesionistas.

El motivo del presente trabajo es precisar el origen de la problemática, por lo que se desarrollarán dos líneas de estudio; la primera, analiza la matrícula escolar en programas educativos del campo de formación académica de computación; y la segunda, examina las habilidades en la solución de problemas con pensamiento algorítmico en alumnos universitarios, por lo que, se indagará en estudiantes inscritos a una carrera del área de la computación, en el estado de Tabasco.

El propósito de las líneas de estudio es recolectar información que influye en la problemática, por lo que, en la primera, se realizó análisis estadístico a la información publicada por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (Anuarios Estadísticos de Educación Superior, 2023); y en la segunda, se llevó a cabo un proceso de investigación cuantitativa, a través de la aplicación de un instrumento estructurado de recolección de datos.

Los resultados de esta investigación, permitirá a instituciones educativas e industria contar con información objetiva que contribuya a la alineación de objetivos y desarrollo de estrategias en beneficio de la formación de profesionistas con las competencias requeridas para el desarrollo de soluciones computacionales.

Resolución de problemas de programación

De acuerdo con Cairó (2007) enseñar a un alumno a resolver un problema desde distintos ángulos y proponer diversas alternativas es una tarea ardua; como él, diferentes profesores han expresado las dificultades que experimentan los alumnos para aprender fundamentos de programación o algoritmos, según Chaves (2017) la buena práctica indica que, solo después de tener el diseño de la solución se hace uso de un lenguaje de programación.

Por lo que, el proceso de construcción de programas implica en sus primeras etapas el diseño de un algoritmo, antes del desarrollo de la solución en un lenguaje de programación, en la figura 1 se presentan las fases para la resolución de problemas de acuerdo con Flores & Bertolotti (2008).



Figura 1. Método de las 6'D.

Fuente: Método de las 6'D, Adaptado de Flores & Bertolotti (2008). Perú

Por otro lado, Jiménez, Jiménez y Alvarado (2015), proponen el siguiente proceso para el desarrollo de soluciones de problemas de programación:

- a) Análisis del problema
- b) Diseño del algoritmo
- c) Codificación del Algoritmo
- d) Compilación y ejecución
- e) Verificación y depuración
- f) Mantenimiento
- g) Documentación

Otros autores, como Chaves (2017) incluye en su proceso de construcción de programas solo 6, de los siete pasos anteriores, omitiendo el de codificación y ejecución; sin embargo, en sus obras, estos autores coinciden en llevar a cabo el diseño de un algoritmo para la solución de problemas de programación.

De acuerdo con lo anterior, el aprendizaje de algoritmos en las licenciaturas que requieran el desarrollo de habilidades de programación es un requisito para las instituciones educativas de nivel superior; al respecto, Fernández, Sánchez, Berenguer & Castillo (2013) señalan que, en los cursos de programación, los cuales, son posteriores a la materia de algoritmos, el docente se encuentra con los siguientes retos:

- Los alumnos presentan limitaciones en la comprensión de las situaciones problemáticas que se les plantean y en su respectiva modelación desde la programación.

- Los estudiantes exponen soluciones computacionales imprecisas a las problemáticas planteadas.

Desde la perspectiva del alumno, expone Sarria & Robayo (2015), estos indican que es insuficiente la realización de ejercicios prácticos en la materia y que existe poca aplicación del proceso de solución de problemas con algoritmos en el resto de las asignaturas de la carrera. En la figura 2 se muestran los problemas interrelacionados en la adquisición de habilidades de la programación.



Figura 2. Problemáticas identificadas en la asignatura de algoritmos.

Fuente: adaptada de Sarria & Robayo (2015).

Con un enfoque docente, Hernández (2000) propone criterios de logro para la materia de algoritmos, indica que al finalizar la asignatura el alumno debe ser capaz de ejecutar un proceso consistente en el diseño de la solución de un problema, la cual debe ser formulada con precisión, para su sistematización y empleo. Por otro lado, con una visión basada en competencias Sarria & Robayo (2015) explica que el desarrollo de soluciones con programación es una actividad que implica un proceso mental, en general complejo y creativo, por lo cual demanda del estudiante conocimientos, habilidades, disciplina, así como agudeza y agilidad mental.

Habilidades y Conocimientos en el área de la computación

De acuerdo con Fandos (2003) y Barchini, Fernández y Lezcano (2007) el perfil de egreso de un estudiante del área de informática, perteneciente al campo de formación académica de computación, presenta dificultades distintivas debido a la rápida evolución de las tecnologías; al conocimiento y técnicas que sustentan su práctica; así como, a la gran cantidad y diversidad de escenarios para el ejercicio de la profesión; lo cual hace que las competencias asociadas estén en constante cambio.

En la tabla 1 se exponen las competencias específicas de las áreas relacionadas con las ciencias de la computación y desarrollo de software propuestas por Sánchez et al. (2021) y Rodríguez_Abitia et al. (2022), con base en los trabajos realizados por la Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Tecnologías de la Información, A. C. (ANIEI) para el desarrollo de perfiles profesionales relacionados con las nuevas necesidades tecnológicas.

Tabla 1. Competencias específicas del área de la computación.

| | |
|---------------------------------|--|
| Ingeniería de software | Aplica ingeniería de requisitos de software |
| | Diseña software |
| | Construye Software |
| | Dirige pruebas de software |
| | Elabora mantenimiento de software |
| | Administra proyectos de software |
| | Estima parámetros del proyecto de software |
| | Asegura la calidad del software |
| | Establece mecanismos de seguridad |
| | Aplica ciclos de vida |
| | Evalúa la calidad de soluciones de software |
| | Utiliza herramientas para creación de software |
| Ciencias Computacionales | Plantea y propone soluciones a problemas matemáticos |
| | Representa entidades matemáticas (objetos y situaciones) |
| | Construye algoritmos y software |
| | Utiliza métodos y enfoques de la inteligencia artificial Implementa software a través de enfoques computacionales |
| | Implementa soluciones a través de las ciencias de la computación |
| | Emplea el método científico a problemas de las ciencias de la computación |
| | Desarrolla programas aplicando programación visual |
| Ingeniería computacional | Describe componentes y sistemas informáticos |
| | Desarrolla soluciones computacionales |
| | Utiliza técnicas, habilidades, y herramientas computacionales modernas |
| | Establece redes de computadoras personales, locales y globales |
| | Analiza las soluciones computacionales existentes para proponer soluciones innovadoras |
| | Implementa arquitecturas de computadoras |
| | Propone alternativas de solución que optimizan el uso de energía |
| | Propone soluciones innovadoras que satisfagan las necesidades de los sistemas computacionales tanto en software como en hardware |

| | |
|-------------------------|--|
| Ciencia de datos | Realiza procesamiento de datos y su análisis estadístico |
| | Realiza analítica de datos |
| | Implementa modelos algorítmicos para la interpretación de datos |
| | Administra bases de datos |
| | Usa herramientas para la gestión de grandes volúmenes de datos |
| | Garantiza la gobernanza de datos |
| | Utiliza herramientas para la visualización de datos |
| | Implementa servicios de procesamiento de datos en la nube |
| | Aplica técnicas de <i>machine learning</i> y <i>deep learning</i> para la generación de conocimiento |

Nota: Adaptada de “Competencias de los profesionales de las tecnologías de la información en la sociedad 5.0” por Rodríguez_Abitia et al. 2018; y “Sociedad Inteligente: Estrategias para la formación de competencias en TIC” por Sánchez et al. (2021).

Como se puede observar en la tabla 1, en las áreas relacionadas con las ciencias computacionales y el desarrollo de software los profesionales de este campo precisan desarrollar habilidades y conocimientos para llevar a cabo soluciones informáticas; es decir, el egresado debe ser capaz de programar, y para programar debe conocer las herramientas básicas, los algoritmos.

De acuerdo a Oviedo (2005), resolver problemas con algoritmos, contribuye a desarrollar la lógica de programación y encontrar la solución independientemente del lenguaje de programación; por lo que, en las carreras del campo de formación de la computación, la enseñanza de este tema, se encuentra en asignaturas como algoritmos, herramientas básicas de la programación, pensamiento computacional, entre otras; ubicadas en el mapa curricular de las carreras en los primeros semestres, porque como señala Faust (2018) los algoritmos son la base de la programación.

Como algoritmos, se han se han llevado a cabo distintas iniciativas pedagógicas para promover la formación de habilidades de análisis y razonamiento de problemas en estudiantes que impulsen el desarrollo de competencias de programación. El pensamiento computacional es otro enfoque para la resolución de problemas que se basa en los principios y conceptos utilizados en la ciencia de la computación.

Pensamiento computacional

“Existe una tendencia mundial que considera la programación en el aula como una actividad presente y futura para el desarrollo de competencias relacionadas con la realidad del mundo laboral y personal de los estudiantes” (Pradas, 2017, p. 85), el autor expone que la adquisición de esta habilidad inicie desde la infancia.

Para Rico (2018) es relevante que antes de escribir un código, el estudiante debe ser consiente, que la programación implica representar parte de la realidad, que tiene un objetivo y que se esperan resultados; es decir, no centrarse en el software; ya que al alumno le enriquece más, concentrarse en su pensamiento y sus múltiples formas de aplicarlo; más allá del lenguaje de programación y las reglas de sintaxis.

Conforme estas necesidades, en el año 2006 surge el pensamiento computacional, el cual, fue acuñado por Wing (2006) y es utilizado para referir la solución de problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano basándose en conceptos fundamentales de informática. Más adelante Aho (2012) indica que el pensamiento computacional es el proceso del pensamiento que permite resolver problemas, cuyas soluciones pueden ser representadas como una serie de pasos o algoritmos.

Así mismo, Zapata-Ros (2015) añade que memorizar a la perfección las reglas de sintaxis y las primitivas de cualquier lenguaje de programación no le sirve de nada a los alumnos si no pueden pensar en buenas prácticas de aplicación. Es por eso que, el pensamiento computacional se presenta como una nueva propuesta para hacer frente a esta problemática, conforme las siguientes técnicas (Zapotecat, 2018):

- Descomposición - rompiendo un gran problema en otros más pequeños
- El reconocimiento de patrones - reconocer cómo estos problemas más pequeños se refieren a los que se han resuelto en el pasado
- Abstracción - identificar y dejando a un lado los detalles sin importancia
- Diseño de algoritmos - Identificar y refinar los pasos necesarios para llegar a una solución
- Depuración - Perfeccionamiento de esos pasos.
- Un paso final que por lo general está implícito sin estar incluido en la lista principal es La presentación de una solución en una forma utilizable.

Además, Zapata–Ros (2015) indica que el Pensamiento Computacional tiene las siguientes características:

- Se conceptualiza, no se programa.
- Son fundamentales la creatividad y el razonamiento lógico, rechazando las habilidades memorísticas o mecánicas
- Se complementa y se combina el pensamiento matemático con la ingeniería
- Lo importante son las ideas, con total independientes de la tecnología.

En beneficio de los estudiantes, el Pensamiento Computacional representa una propuesta favorable para hacer frente a los retos educativos en la formación de profesionales del desarrollo de software.

Materiales y métodos

Con el objetivo de tener un acercamiento al comportamiento de la matrícula de estudiantes del área de las ciencias computacionales y desarrollo de software; para el presente artículo se realizó un estudio descriptivo conforme lo siguiente:

1. Análisis de datos recolectados de anuarios estadísticos de educación superior publicados por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES)
2. Diseño de encuesta y aplicación de ejercicio para medir el dominio de habilidades de en la solución de problemas del área de la programación.

Para el estudio de la evolución de la matrícula estudiantil del área de la computación y desarrollo de software se realizó análisis documental y estadístico a la información presentada en los anuarios publicados por la ANUIES en los periodos lectivos 2010-2022.

Por otro lado, para obtener información de Habilidades de Programación, se llevó a cabo la aplicación de un cuestionario a 302 estudiantes matriculados en carreras del campo de formación académica de computación; el criterio de selección de los sujetos de investigación, fue consultar aquellos alumnos que se encontraran inscritos al segundo semestre o superior; así como que, fuera permitido el acceso por parte de las autoridades de las cuatro instituciones educativas de nivel superior consideradas por tener la mayor cantidad de matrícula estudiantil en esta área.

La hipótesis planteada en el presente trabajo es que más del 50% de alumnos de nivel superior del área de la computación no mostrarán contar con las habilidades básicas en programación; en la operacionalización de la variable se establece que más del 50% de los sujetos de investigación responderán de forma incorrecta el ejercicio diseñado en el cuestionario.

Resultados y discusión

Evolución de la Matrícula Estudiantil del Área de la Computación

Con el propósito de identificar el recurso humano presente en instituciones educativas, se consultó la información generada por dependencias oficiales; en Estados Unidos la Oficina de Estadística Laboral señala que, los desarrolladores de software generalmente tienen profesiones en ciencias de la computación, sistemas o un campo relacionado y que los programas en informática son los más frecuentes, ya que tienden a cubrir una amplia gama de áreas (Bureau of Labor Statistics, 2023). Por otro lado, en México, de acuerdo con Anuarios Estadísticos de Educación Superior (2023) publicados por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), en el año escolar 2021-2022 había 208,770 alumnos inscritos en una licenciatura del área de ciencia y tecnología, siendo el 74.3% de hombres y 25.7% de mujeres.

Los Anuarios Estadísticos de Educación Superior (2023) publicados por la ANUIES se encuentran integrados por registros, que contienen la siguiente información:

- Nombre de la institución,
- Nombre de la licenciatura,
- Número de alumnos hombres,
- Número de alumnos mujeres
- Número total de alumnos

La consulta a los anuarios estadísticos de educación superior se realizó con el propósito de estudiar el comportamiento de la matrícula estudiantil en el área de la computación; se analizaron 12 periodos lectivos. La búsqueda se hizo en un total de 199,551 registros, utilizando como criterios de selección para clasificar, extraer y cuantificar, encontrar aquellos programas educativos con las cadenas de caracteres siguientes, “Informática”, “sistemas”, “información”, “computacionales” y “tecnologías”, los resultados se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Información de la matrícula estudiantil en México inscrita a un programa educativo del área de la computación en el periodo 2010-2022.

| Periodo | Hombres | | Mujeres | | Total |
|-----------|---------|-----|---------|-----|---------|
| 2010-2011 | 138,579 | 68% | 64,060 | 32% | 202,639 |
| 2011-2012 | 140,985 | 69% | 62,230 | 31% | 203,215 |
| 2012-2013 | 154,159 | 70% | 65,807 | 30% | 219,966 |
| 2013-2014 | 153,679 | 71% | 63,641 | 29% | 217,320 |
| 2014-2015 | 152,791 | 71% | 62,474 | 29% | 215,265 |
| 2015-2016 | 153,383 | 72% | 59,799 | 28% | 213,182 |
| 2016-2017 | 152,344 | 73% | 55,324 | 27% | 207,668 |
| 2017-2018 | 153,556 | 75% | 52,465 | 25% | 206,021 |
| 2018-2019 | 151,608 | 74% | 53,267 | 26% | 204,875 |
| 2019-2020 | 149,487 | 74% | 53,735 | 26% | 203,222 |
| 2020-2021 | 152,002 | 74% | 53,042 | 26% | 205,044 |
| 2021-2022 | 155,215 | 74% | 53,556 | 26% | 208,771 |

Nota: Anuarios Estadísticos de Educación Superior, 2023, Adaptado de <http://www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>

Contar con información objetiva y cuantitativa de los cambios que se presentan en el ingreso de estudiantes a los diferentes estudios de nivel superior, favorece la predicción de su comportamiento, además, contribuye a la mejora en la toma de decisiones; en la figura 3 se presenta la participación por género de la matrícula estudiantil en licenciaturas del área de la computación y desarrollo de software.

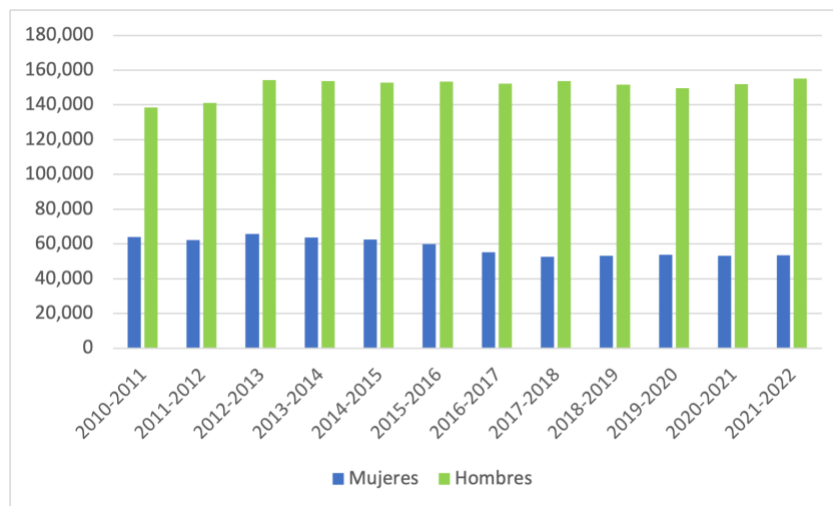


Figura 3. Matrícula estudiantil por género en México inscrita a un programa educativo en el campo de formación académica de la computación

Fuente: Anuarios Estadísticos de Educación Superior, 2023, Adaptado de <http://www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>

En la figura anterior se puede observar una variación poco significativa en el comportamiento de las variables, número de hombres y número de mujeres inscritos a una licenciatura del campo de formación académica de la computación. Siendo la matrícula estudiantil total una variable determinante en el estudio del déficit de programadores en la industria del software, en la figura 4 se presenta análisis de esta información.



Figura 4. Comportamiento de la matrícula estudiantil inscrita en un área de la computación en México, durante la segunda década del siglo XXI.

Fuente: Anuarios Estadísticos de Educación Superior, 2023, Adaptado de <http://www.anui.es.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>

Se puede observar en la figura anterior, a partir del periodo 2012-2013 la matrícula escolar presenta una tendencia a la baja en la cantidad de estudiantes en carreras del área de la computación en México; por lo que este tipo de comportamiento afecta el escenario de la industria del software y la solución del déficit de programadores en México.

La matrícula estudiantil en las carreras del área de la computación tiene distintas líneas de análisis y una de ellas es la participación por género; por lo que, de acuerdo con los datos presentados en la tabla 1, en la figura 5 se muestra la información acerca de la cantidad de hombres y mujeres inscritos a un programa educativo del campo de formación académica de la computación.

Variables que inciden en el déficit de programadores en México



Figura 5. Participación por género.

Fuente: Anuarios Estadísticos de Educación Superior, 2023, Adaptado de <http://www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>

Con base en la figura anterior, se puede observar que la participación de mujeres en el campo de formación académica de la computación es baja, en promedio el 25% de la población total. Otro análisis que se realizó fue el número de registros en los anuarios estadísticos; en la figura 6 se muestra esta información por los periodos lectivos 2010-2022 (Anuarios Estadísticos de Educación Superior, 2023), cabe señalar que los registros corresponden al número de programas educativos de nivel superior en México, autorizados en el Sistema Educativo Nacional.

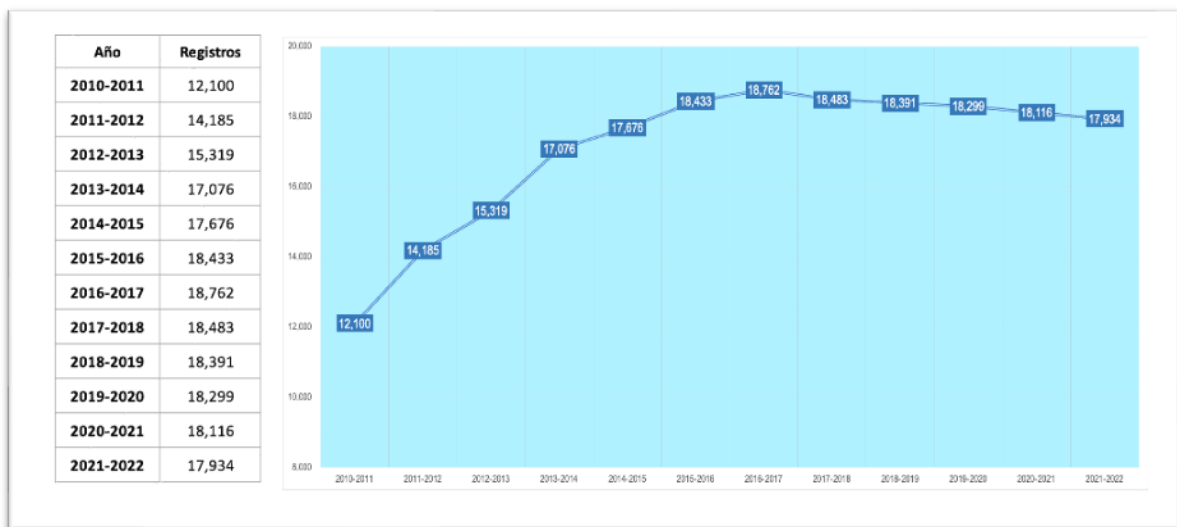


Figura 6. Número de registros por periodo en los Anuarios Estadísticos de Educación Superior

Fuente: Anuarios Estadísticos de Educación Superior, 2023, Adaptado de <http://www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>

En la figura anterior, se distingue que el número de registros presentes en la información estadística de los anuarios tiene un incremento acumulado del 2010 al 2022 del 32.5%; contra el 2.9% de incremento en

matrícula estudiantil, este fenómeno no es favorable para las instituciones educativas del país. En la figura 7 se presenta el comportamiento de la variación en el número de registros y matrícula estudiantil a través de 12 años.

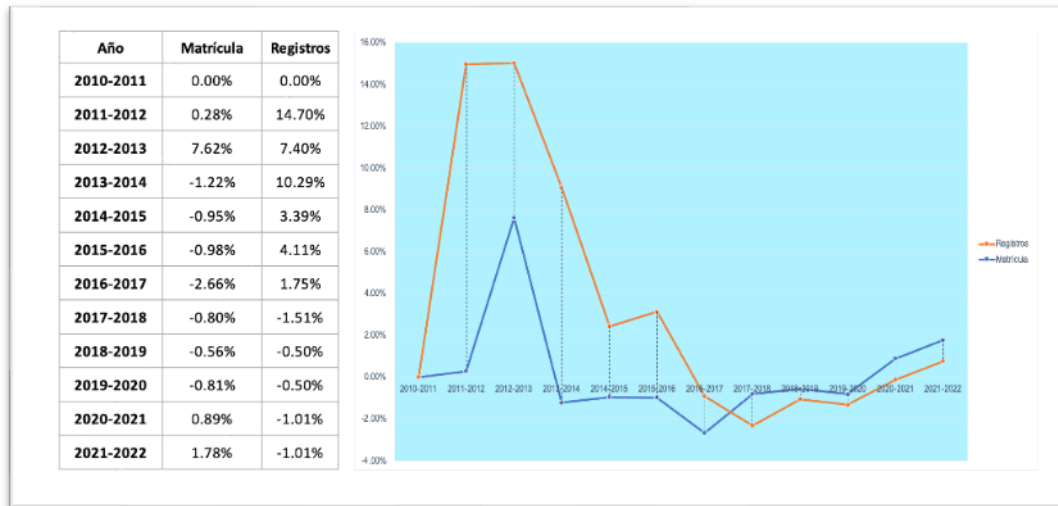


Figura 7. Comportamiento de la variación entre el número de registros de los anuarios estadísticos de la ANUIES y la variación de la matrícula estudiantil en el área de la computación.

Fuente: Anuarios Estadísticos de Educación Superior, 2023, Adaptado de <http://www.anui.es.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>

Como se puede observar en la figura 7, en el campo de formación académica de computación, el crecimiento de matrícula estudiantil de las licenciaturas en el área de computación en los últimos años no favorece a la oferta educativa.

Habilidades en la solución de problemas

La segunda línea de investigación es la presencia de habilidades de análisis y razonamiento de problemas independiente del lenguaje de programación, de acuerdo a Muñoz (2007) deben permanecer en los alumnos y egresados por ser necesarias en el ejercicio de su profesión y el desarrollo de soluciones informáticas; por lo que, con el propósito de verificar lo expuesto se aplicó un cuestionario, para valorar la experiencia en el diseño de algoritmos de estudiantes de nivel superior, que cursan un programa de estudios del campo de formación académica de computación, en cuatro instituciones del estado de Tabasco, México, que de acuerdo con los Anuarios Estadísticos de Educación Superior (2023) tienen matrícula en esta área; en la tabla 3 se muestran las carreras y el número de sujetos de investigación a los que se aplicó el instrumento.

Tabla 3. Descripción de la audiencia.

| Licenciaturas afines | Número de sujetos de investigación |
|--|------------------------------------|
| Afines a Sistemas computacionales | 236 |
| Afines a Tecnologías de la información | 45 |
| Afines a Informática administrativa | 21 |
| Total | 302 |

Como se puede observar, de los 302 entrevistados, la mayor cantidad de alumnos se encuentra en las carreras de sistemas computacionales, de acuerdo con la Anuarios Estadísticos de Educación Superior (2023) el 66% de alumnos que estudian una carrera en el área de la computación en el estado de Tabasco, lo hacen en la licenciatura de sistemas computacionales.

El cuestionario aplicado comprendió 9 ítems y un ejercicio para valorar la experiencia en el diseño de algoritmos de los sujetos de investigación. A continuación, se analizarán los datos recolectados en los ítems a, b, c y d que contribuyen al problema presentado en la hipótesis. En la figura 8, se muestran los ítems y en la figura 7 el ejercicio que los alumnos solucionaron.

Estimado estudiante:

Con el propósito de identificar factores que inciden en las competencias de los egresados de las carreras del área de la computación, pedimos tu valiosa colaboración para responder el presente cuestionario.

Licenciatura: _____

Institución: _____

Semestre: _____ Sexo: Femenino Masculino

a. En los siguientes recuadros, por favor enumera del 1 al 7 tu preferencia por las áreas, considerando el orden:
1 primer lugar y 7 último lugar

| | |
|--------------------------|-----------------------|
| <input type="checkbox"/> | Matemáticas |
| <input type="checkbox"/> | Programación |
| <input type="checkbox"/> | Administración |
| <input type="checkbox"/> | Redes |
| <input type="checkbox"/> | Electrónica |
| <input type="checkbox"/> | Base de datos |
| <input type="checkbox"/> | Auditoría de sistemas |

Del área de programación:

b. Cursaste la materia de algoritmos SI NO
Como estudiante de una carrera del área de la computación, por favor, valora las siguientes afirmaciones, con la escala: 1 Nunca 2 Casi nunca 3 Casi siempre 4 Siempre

| | | | | |
|--|---|---|---|---|
| c. Solucionas ejercicios con pseudocódigo o diagramas de flujos | 1 | 2 | 3 | 4 |
| d. Has realizado ejercicios con lenguajes de programación | 1 | 2 | 3 | 4 |
| e. Prefieres ejercicios de programación con alta complejidad | 1 | 2 | 3 | 4 |
| f. Los egresados que saben programar obtienen más rápido trabajo | 1 | 2 | 3 | 4 |

g. De tus profesores de programación, prefieres que tengan (señala una):
 1. trayectoria profesional 2. experiencia docente 3. dominio del tema

h. Sabías que en México existe un déficit de programadores SI NO

i. ¿Cuál consideras sea la causa que falten programadores en México? (señala una)

| | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> 1. El avance de la tecnología | <input type="checkbox"/> 2. La formación docente |
| <input type="checkbox"/> 3. Disposición del alumno | <input type="checkbox"/> 4. Los contenidos de las materias |

Figura 8. Cuestionario aplicado en la investigación.

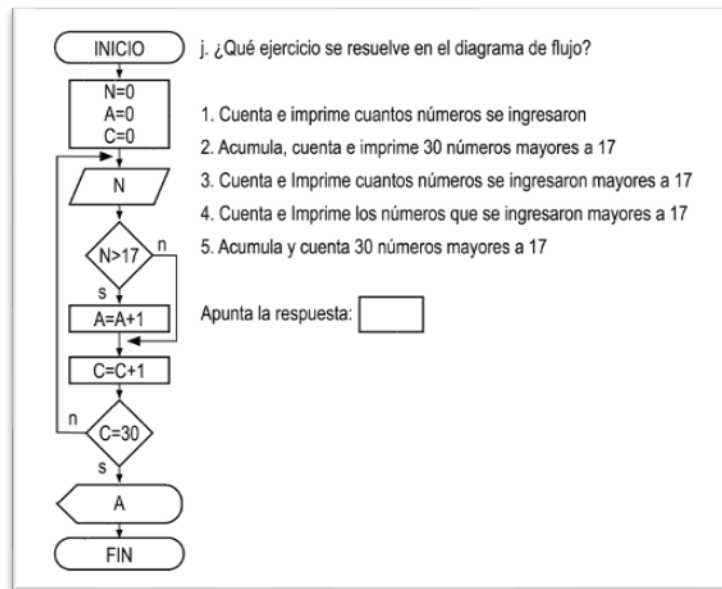


Figura 9. Ejercicio aplicado a estudiantes del área de la computación.

En la figura 9, se puede observar que el diagrama de flujo hace uso de estructuras repetitivas y cíclicas, temas presentes en los contenidos de la asignatura de algoritmos o afín, que se cursa en primer semestre de las instituciones seleccionadas. A continuación, en la figura 10 se presenta la participación de los sujetos de investigación, de acuerdo con su sexo.

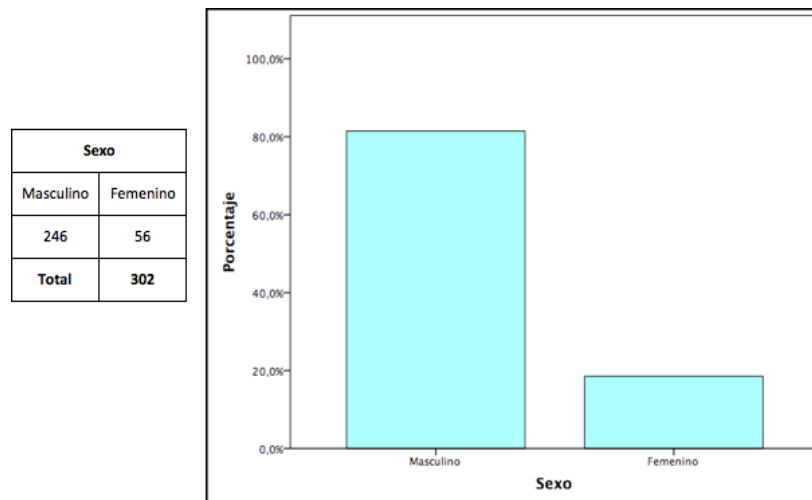


Figura 10. Sexo de los sujetos de investigación.

Como se puede observar, conforme lo que indican los Anuarios Estadísticos de Educación superior (2023) la participación del sexo femenino en las carreras del campo de formación académica en computación es bajo,

para este caso solo 18% de los entrevistados son mujeres. En la figura 11, se representa el semestre que estudian los sujetos de investigación.

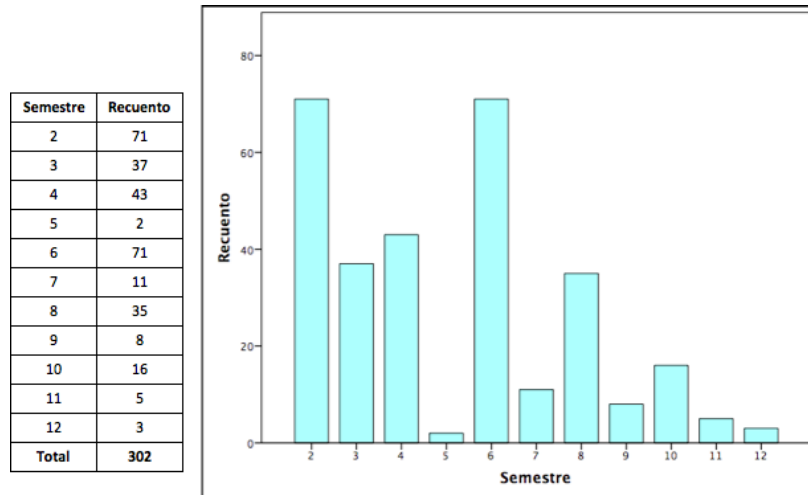


Figura 11. Semestre que estudian los sujetos de investigación

En la figura anterior, se muestra que los sujetos de investigación se encuentran en semestres superiores al primero, garantizando así el que hubieran cursado la materia de algoritmos o su similar. En la tabla 4, se señalan las frecuencias de preferencia indicadas por los participantes en algunas áreas temáticas que abordan las carreras en el campo de la formación académica en computación.

Tabla 4. Preferencia de estudio por área.

| Escala de preferencia | Programación | | Seguridad y Auditoria | | Redes | | Matemáticas | | Base de datos | |
|-----------------------|--------------|-----|-----------------------|-----|------------|-----|-------------|-----|---------------|-----|
| | 1 mayor | 134 | 44% | 11 | 4% | 61 | 20% | 36 | 12% | 32 |
| 2 | 54 | 18% | 23 | 8% | 52 | 17% | 52 | 17% | 66 | 22% |
| 3 | 39 | 13% | 31 | 10% | 64 | 21% | 33 | 11% | 69 | 23% |
| 4 | 20 | 7% | 39 | 13% | 61 | 20% | 35 | 12% | 55 | 18% |
| 5 | 22 | 7% | 69 | 23% | 35 | 12% | 30 | 10% | 43 | 14% |
| 6 | 20 | 7% | 78 | 26% | 17 | 6% | 41 | 14% | 26 | 9% |
| 7 menor | 13 | 4% | 51 | 17% | 12 | 4% | 75 | 25% | 11 | 4% |
| Total | 302 | | 302 | | 302 | | 302 | | 302 | |

Nota: Los participantes señalaron con una escala de 1 a 7 su preferencia por el área, donde 1 indica mayor preferencia

Se puede observar en la tabla anterior que programación es el área que recibió el 44% de opiniones como el área de mayor preferencia.

Por otro lado, en el instrumento de recolección de datos se preguntó a los sujetos de investigación si habían cursado la materia de algoritmos, en la figura 12 se visualizan las respuestas.

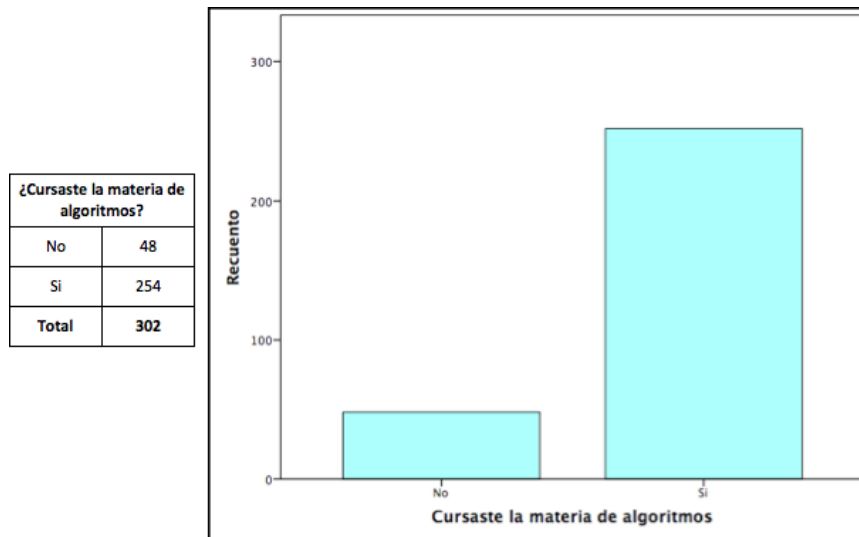


Figura 12. Ítem ¿Cursaste la materia de algoritmos?

Como se puede observar en la figura anterior el 18% de los estudiantes respondieron que no habían cursado la materia de algoritmos; sin embargo, en la revisión a los contenidos de los programas de estudio, se corroboró que las licenciaturas a las que pertenecen cursan esta asignatura desde el primer semestre. Más adelante, en la figura 13 se presentan las respuestas de los sujetos de investigación acerca de si solucionan problemas con algoritmos.

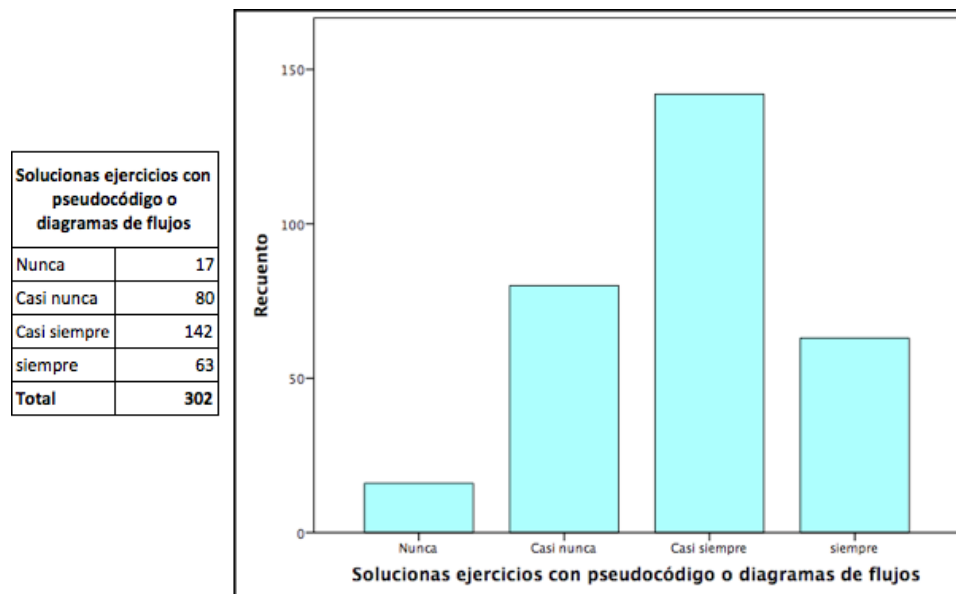


Figura 13. Solucionas ejercicios con pseudocódigo o diagramas de flujo.

Considerando el grado positivo de la escala, el 68% de estudiantes afirmó resolver problemas con pseudocódigo o diagramas de flujo de siempre a casi siempre; así mismo, se preguntó cuál era la frecuencia con la que resolvían ejercicios con lenguajes de programación (figura 14).



Figura 14. Has realizado ejercicios con lenguajes de programación

Como se puede observar el 89% de los entrevistados aseguró resolver problemas con lenguajes de programación de casi siempre a siempre. En la figura 15 se presentan los resultados de los alumnos en la solución del ejercicio aplicado.

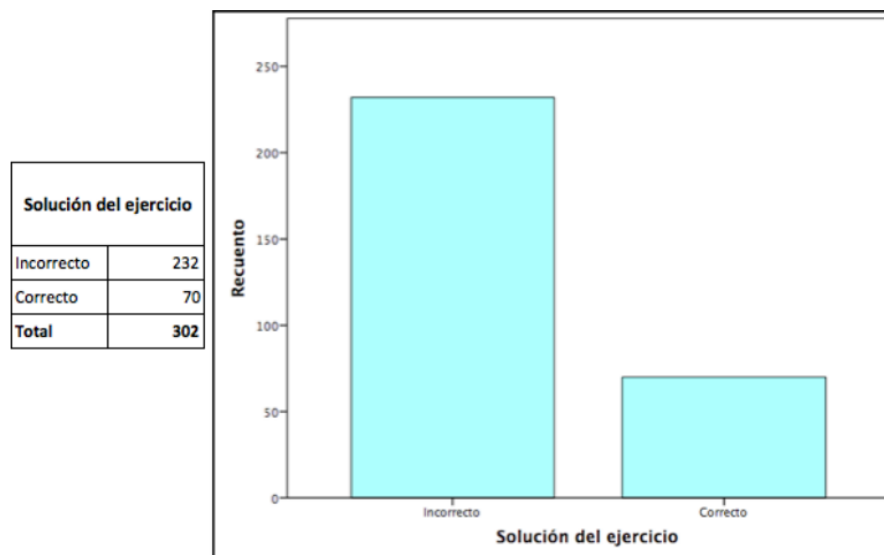


Figura 15. Solución del ejercicio.

Conforme la figura anterior, de 302 sujetos de investigación, 232 resolvieron de forma incorrecta el ejercicio presentado en la figura 8 y solo el 23% correctamente.

Conclusiones

De acuerdo con los análisis documental y estadístico a los resultados de los datos recopilados en la investigación, se concluye lo siguiente:

- En México a partir del periodo 2012-2013 la matrícula estudiantil en el campo de formación académica de computación ha disminuido.
- Con una muestra integrada por 302 estudiantes de cuatro instituciones educativas de nivel superior en Tabasco, el 59% de participantes opinaron que el área de programación estaba dentro de su preferencia en primer y segundo lugar.
- De la población consultada el 18% pertenecen al grupo femenino y el 81% del grupo masculino.
- El 14% de los participantes del grupo “Femenino” resolvieron correctamente el ejercicio.
- El 25% de los participantes del grupo “Masculino” resolvieron correctamente el ejercicio.
- El 76% del total de participantes respondieron incorrectamente el ejercicio.
- Conforme los datos analizados, la brecha entre los requerimientos laborales y el talento humano disponibles tiene origen en las dos líneas de estudio analizadas en el presente trabajo, disminución de matrícula y falta de habilidades de programación en los estudiantes.
- La participación de las mujeres en las carreras del campo de formación académica en computación en México es baja, y está descendiendo en los últimos años

De acuerdo con lo anterior se puede afirmar que la matrícula escolar del campo de formación académica en computación a partir del periodo 2012-2013 ha disminuido en México. Así mismo, se comprobó la hipótesis de investigación planteada, más del 50% de los sujetos de investigación contestaron de forma incorrecta el ejercicio aplicado en el instrumento de recolección de datos.

Por lo que, se propone el desarrollo de líneas de investigación que contribuyan a mejorar los procesos educativos; implementando nuevos modelos pedagógicos, como el pensamiento computacional, el cual se presenta como una oportunidad para mejorar los resultados en la formación académica de los estudiantes de todas las áreas de estudio; instituciones escolares de diferentes niveles educativos en todo el mundo, están incursionando en la aplicación de estos conceptos en sus planes de estudios, sin embargo, aún no se reportan resultados.

Otro hallazgo a observar es la participación por género, ya que a nivel nacional existe baja presencia del género femenino en la programación, por lo que, se deben implementar iniciativas para impulsar su participación en el campo de formación académica de computación; ya que como lo indican Espino & González (2015) no existe una diferencia significativa entre hombres y mujeres en el desarrollo de habilidades y el aprendizaje de temas relacionados con la programación; así mismo, estudios posteriores realizados por Rodríguez-Abitia et al (2021) encontraron que tanto hombres como mujeres aprenden equitativamente en el área del pensamiento computacional.

Referencias

- Academy, T. (2018). Competencias Específicas de Informática. Tuningacademy. <https://tuningacademy.org/es/competencias/especificas/informatica-tuning-america-latina-iii/informatica-tuning-america-latina-iii/>
- Adell Segura, J., Llopis Nebot, M. Ángeles, Esteve Mon, F., & Valdeolivas Novella, M. G. (2019). El debate sobre el pensamiento computacional en educación. *RIED-Revista Iberoamericana De Educación a Distancia*, 22(1), 171–186. <https://doi.org/10.5944/ried.22.1.22303>
- Aho, A. (2012). Computation and Computational Thinking. *The Computer Journal*, 55(7), 832–835.
- Anuarios Estadísticos de Educación Superior. (2023). ANUIES. <http://www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>
- Barchini, G. E., Fernández, N. B., & Lescano, M. Y. (2007). Modelo curricular de la informática. *Revista Iberoamericana De Educación*, 42(3), 1-15. <https://doi.org/10.35362/rie4232416>
- Baker, J. (2018). 2018's Software Engineering Talent Shortage— It's quality, not just quantity. *HackerNoon*. <https://hackernoon.com/2018s-software-engineering-talent-shortage-its-quality-not-just-quantity-6bdfa366b899>
- Beteta, E. (2023). ¿Hay o no hay talento tecnológico en México?. *Codifin*. <https://www.codifin.com/blog-post/hay-o-no-hay-talento-tecnologico-en-mexico>
- Bureau of Labor Statistics. (2023). Occupational Outlook Handbook, Software Developers. <https://www.bls.gov/ooh/computer-and-information-technology/software-developers.htm>
- Camacho, E. (2020). ¿Dónde está el Talento?. *SG Software Guru*. <https://sg.com.mx/revista/46/donde-esta-el-talento>.
- Cairó, B., O. (2007). Metodología de la programación. México: Alfaomega.
- Pineda, A. (2018). Estos son los perfiles que más demandan las start-ups. *Expansión*. <https://expansion.mx/emprendedores/2018/03/08/estos-son-los-perfiles-y-sueldos-en-el-mercado-laboral-de-las-tic>
- Chaves, T. A. (2017) *Aprenda a Diseñar Algoritmos*. Libros Universidad Nacional Abierta y a Distancia. <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/book/article/view/1803>.
- Espino, E., & González, C. (2015). Estudio sobre diferencias de género en las competencias y las estrategias educativas para el desarrollo del pensamiento computacional. *RED. Revista de Educación a Distancia*.
- Fandos, G. M. (2003). *Formación basada en las Tecnologías de la Información y Comunicación: Análisis didáctico del proceso de enseñanza-aprendizaje*. (Tesis de doctorado). Universitat Rovira i Virgili.
- Faust, D. 2018 *Algoritmos: la base de la programación de computadoras*. United States of America: The Rosen Publishing Group, Inc.
- Fernández, Y. T., Sánchez, A. G., Berenguer, I. A., & Castillo, A. S. (2013). Lógica algorítmica para la resolución de problemas de programación computacional: una propuesta didáctica. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 4(1), 57–76.
- Flores, C. J., & Bertolotti Z., C. (2008). *Método de las 6'D*. Perú: Universidad de San Martín de Porres.
- Hernández, R. S. (2000). *El Desarrollo de la Habilidad Algoritmizar en estudiantes de Ingeniería Industrial*. (Tesis de maestría).
- Centro de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior de la Habana.
- Internet Live Stats. (2023). Internet Usage & Social Media Statistics. <https://www.internetlivestats.com>

- Jiménez, M. J., Jiménez Hernández, E., & Alvarado Zamora, L. (2015). Fundamentos de programación. Alfaomega.
- Largo, F., Peñalvo, F., Prieto, X. & Vidal, E. (2017). La enseñanza de la informática, la programación y el pensamiento computacional en los estudios preuniversitarios. *Education in the Knowledge Society*, 18(2), 7–17.
- Larson, R., & Xue, Y. (2015). STEM crisis or STEM surplus? Yes and yes : *Monthly Labor Review*: U.S. Bureau of Labor Statistics. <https://doi.org/10.21916/mlr.2015.14>.
- Muñoz P., V. (2007). Por qué te resulta difícil programar. Universidad de Valencia. <https://www.uv.es/vimupi/programar.html>
- Naciones Unidas (2018). Datos, algoritmos y políticas: la redefinición del mundo digital. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://hdl.handle.net/11362/4347>.
- Oviedo, R. E. (2005). Lógica de programación. Ecoe Ediciones.
- Pradas, M., S. (2017). Neurotecnología educativa. Ministerio de Educación de España.
- Rico, M. J., & Olabe, X. B. (2018). Pensamiento computacional: rompiendo brechas digitales y educativas. *Edmetic* 7(1), 26-42 (2018), 7(1), 26–42.
- Rodríguez-Abitia, G., Ramírez-Montoya, M. S., López-Caudana, E. O., & Romero-Rodríguez, J. M. (2021). Factores para el Desarrollo del Pensamiento computacional en estudiantes de pregrado. *Campus Virtual*. <http://uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/893>
- Rodríguez-Abitia, G., Sánchez-Guerrero, L., Martínez-Pérez, S. & Aguas-García, N. (2022). Competencias de los profesionales de las tecnologías de la información en la sociedad 5.0. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 17, no. 4, pp. 343-350.
- Sarria, W. J., & Robayo, M. J. B. (2017). Propuesta para la enseñanza de algoritmia y programación de computadores, caso de aula. *Revista Experiencia*, 2(1), 23–30.
- Sánchez, L., García, A. R., & Álvarez Rodríguez, F. J. (2021). *Sociedad Inteligente: Estrategias para la formación de competencias en TIC*. Alfaomega Grupo Editor.
- U.S. Bureau of Labor Statistics. (2023). Software developers, Quality Assurance Analysts, and testers : Occupational outlook handbook. U.S. Bureau of Labor Statistics. <https://www.bls.gov/ooh/Computer-and-Information-Technology/Software-developers.htm#tab-4>
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. In 2008 IEEE International Symposium on Parallel and Distributed Processing (pp. 1–1).
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *RED. Revista de Educación a Distancia*, (46), 1-47.
- Zapotecatl L. J. (2018). Pensamiento Computacional. Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica. <http://pensamientocomputacional.org/index.php/home/menu-definicion>