

CT-Complex: Horizontes del Pensamiento Computacional para la resolución de problemas complejos

Manual de aplicación

Carlos Enrique George Reyes
Rasikh Tariq
Edgar Omar López Caudana

Contenido

Resumen	3
El pensamiento computacional y su aplicación en la resolución de problemas	4
Importancia de evaluar el pensamiento computacional.....	4
Estrategias efectivas de evaluación.....	5
Metodología para aplicar el Instrumento CT-Complex.....	5
Fase 1: Preparación y Distribución.....	5
Fase 2: Implementación.....	5
Fase 3: Análisis de Resultados	5
Fase 4: Retroalimentación y acciones futuras	6
CT-Complex: Horizontes del Pensamiento Computacional para la resolución de problemas complejos	6
Objetivo del cuestionario CT-Complex.....	6
Introducción al Cuestionario.....	6
Conclusiones.....	13
Referencias	14

Resumen

El pensamiento computacional es una competencia fundamental en la era digital, esencial para la resolución de problemas complejos a través de la descomposición, abstracción, reconocimiento de patrones y diseño de algoritmos. Su relevancia trasciende los límites de la informática, aplicándose en múltiples disciplinas y contextos para generar soluciones innovadoras y efectivas. La evaluación de esta habilidad es crucial para identificar tanto fortalezas como áreas de mejora, permitiendo el desarrollo de estrategias educativas y profesionales dirigidas a potenciar la capacidad de innovación y solución de problemas en individuos y equipos.

Las estrategias efectivas de evaluación del pensamiento computacional incluyen la implementación de herramientas y metodologías que permitan medir tanto el conocimiento teórico como la capacidad de aplicación práctica. Dentro de este marco, el instrumento CT-Complex surge como una herramienta de evaluación diseñada para profundizar en el entendimiento y aplicación del pensamiento computacional en la solución de problemas complejos. Su metodología de aplicación abarca cuatro fases críticas: preparación y distribución, implementación, análisis de resultados, y retroalimentación y acciones futuras, asegurando un proceso de evaluación integral y constructivo.

El objetivo del cuestionario CT-Complex es evaluar la comprensión y aplicación de habilidades de pensamiento computacional, proporcionando retroalimentación que contribuya al desarrollo de estas competencias. La introducción al cuestionario enfatiza la importancia de abordar este desafío con curiosidad y apertura, reconociendo el potencial del pensamiento computacional para innovar y resolver desafíos, contribuyendo positivamente a la sociedad. Este enfoque destaca la relevancia de cultivar y evaluar el pensamiento computacional, no solo como una habilidad técnica, sino como una herramienta esencial para el progreso y bienestar colectivos.

Palabras clave

Pensamiento computacional, pensamiento complejo, resolución de problemas, competencia digital.

El pensamiento computacional y su aplicación en la resolución de problemas

El Pensamiento Computacional (PC) surgió como una propuesta para vincular los principios de la computación y del uso de los dispositivos digitales en la formación escolar, convirtiéndose en las últimas décadas en una habilidad deseable en los estudiantes (González, 2019) debido a que permite resolver problemas complejos mediante el uso de los conceptos fundamentales de la informática (Wing, 2006).

El pensamiento computacional, como lo conceptualizó Jeannette Wing, se refiere a la habilidad para resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, haciendo uso de los principios fundamentales de la ciencia de la computación. Implica un conjunto de habilidades cognitivas y técnicas, incluyendo la descomposición, la abstracción, el reconocimiento de patrones y el diseño de algoritmos. Estas habilidades permiten a los individuos abordar problemas complejos de manera sistemática, desarrollar soluciones innovadoras y aplicar estas soluciones de manera efectiva.

Es decir, el PC es una habilidad que pueden desarrollar los estudiantes para crear soluciones a problemas complejos de diversos temas utilizando estrategias computacionales (Ortega & Asensio, 2018) y tiene como componentes principales la descomposición de problemas, el reconocimiento de patrones, el diseño de algoritmos y el desarrollo de procesos de abstracción, (Grover & Pea, 2017) Asimismo, el PC es afín al aprendizaje basado en retos y desafíos y favorece el perfeccionamiento de habilidades cognitivas y de interacción social (García & Caballero, 2019). Han sido distintas las aplicaciones del PC en el ámbito educativo (Piña & Mengual, 2020), algunas se han enfocado en desarrollar habilidades informáticas y de alfabetización digital, favorecer el aprendizaje adaptativo, integrar experiencias de aprendizaje disruptivas, mejorar el aprendizaje cooperativo, entre otras (Atieno, Baafi & Marta, 2020; Román, Pérez & Jiménez, 2017).

Importancia de evaluar el pensamiento computacional

La importancia de evaluar el pensamiento computacional radica en su papel fundamental como habilidad del siglo XXI, crucial para el desarrollo profesional, personal y académico en un mundo cada vez más dominado por la tecnología y la información. El pensamiento computacional no se limita a la informática; es una competencia transversal que fomenta la resolución de problemas en diversos contextos y disciplinas, desde las ciencias exactas hasta las humanidades. En este ensayo, exploraremos las razones detrás de la necesidad de evaluar esta competencia, destacando su relevancia para la educación, la innovación y la inclusión social (Rose, Habgood, & Jay, 2017).

En el ámbito educativo, la evaluación del pensamiento computacional es crucial para preparar a los estudiantes para los desafíos del futuro. No solo mejora su capacidad para interactuar con la tecnología de manera crítica y creativa, sino que también fomenta un enfoque de resolución de problemas aplicable en todas las áreas del conocimiento (George-Reyes, López-Caudana, Ramírez-Montoya & Ruiz-Ramírez, 2023). Al evaluar esta competencia, los educadores pueden identificar tanto las fortalezas como las áreas de mejora en sus estudiantes, adaptando las estrategias de enseñanza para fomentar un aprendizaje más profundo y significativo. Además, al integrar la evaluación del pensamiento computacional en el currículo, se promueve una cultura de aprendizaje basada en la experimentación, la iteración y el pensamiento crítico (Yadav, Hong & Stephenson, 2016).

El pensamiento computacional también juega un papel importante en la promoción de la inclusión social. Al proporcionar a todos los individuos, independientemente de su origen o condición socioeconómica, las herramientas necesarias para entender y modelar el mundo que los rodea (George-Reyes, 2023), se

fomenta una mayor participación en la sociedad de la información. Evaluar esta competencia permite identificar brechas en el acceso y la calidad de la educación tecnológica, dirigiendo esfuerzos para cerrar estas brechas y asegurar que todos tengan las mismas oportunidades de desarrollar habilidades críticas para su futuro (Alfaro Ponce, Patiño & Sanabria-Z, 2023).

Evaluar el pensamiento computacional presenta ciertos desafíos, dada su naturaleza compleja y multidimensional. Los métodos de evaluación deben ser capaces de medir no solo el conocimiento teórico, sino también la aplicación práctica de habilidades en contextos reales y variados. Esto requiere el desarrollo de instrumentos de evaluación innovadores que puedan capturar la esencia del pensamiento computacional, desde la conceptualización y diseño hasta la implementación e iteración de soluciones (George-Reyes, Contreras, Ruiz-Ramírez & López-Caudana, 2023).

Estrategias efectivas de evaluación

Las estrategias efectivas para evaluar el pensamiento computacional incluyen el uso de cuestionarios y portafolios que permiten a los estudiantes demostrar su proceso de pensamiento y las soluciones desarrolladas. Los cursos y talleres, donde los participantes deben resolver problemas complejos en un tiempo limitado, también ofrecen una plataforma dinámica para evaluar estas habilidades en acción. Además, herramientas digitales y plataformas de aprendizaje en línea pueden proporcionar evaluaciones formativas y sumativas personal

Metodología para aplicar el Instrumento CT-Complex

La aplicación efectiva del instrumento CT-Complex, diseñado para evaluar y potenciar el pensamiento computacional en la resolución de problemas complejos, requiere un enfoque estructurado. A continuación, se detalla una metodología para implementarlo.

Fase 1: Preparación y Distribución

1. Revisión del Formulario: Asegurar que el formulario digital esté correctamente configurado.
2. Selección de Participantes: Identificar a los participantes adecuados seleccionados
3. Instrucciones Claras: Proporcionar a los participantes instrucciones detalladas sobre el propósito del instrumento, cómo acceder al formulario digital y el plazo para su completitud. Estas instrucciones deben incluir también la importancia de sus respuestas honestas y reflexivas.

Fase 2: Implementación

1. Distribución del Formulario: Enviar el enlace del formulario digital a los participantes seleccionados mediante correo electrónico u otra plataforma de comunicación digital.
2. Monitoreo del Proceso: Realizar un seguimiento del progreso de la completitud del formulario para asegurarse de que todos los participantes lo completen dentro del plazo establecido. Considerar enviar recordatorios si es necesario.
3. Soporte a Participantes:
Establecer un canal claro de soporte para resolver dudas o problemas técnicos que puedan surgir al completar el formulario.

Fase 3: Análisis de Resultados

1. Recolección de Datos: Una vez finalizado el plazo, recopilar las respuestas de todos los participantes para su análisis.

2. Análisis Cuantitativo y Cualitativo: Realizar un análisis cuantitativo de las respuestas seleccionadas. Complementar con un análisis cualitativo de las respuestas abiertas, especialmente aquellas que ilustran cómo los participantes aplican el pensamiento computacional a problemas complejos.
3. Identificación de Patrones: Buscar patrones en las respuestas que puedan indicar áreas fuertes y de mejora en la aplicación del pensamiento computacional entre los participantes.

Fase 4: Retroalimentación y acciones futuras

1. Elaboración de Informes: Desarrollar un informe detallado de los hallazgos, incluyendo recomendaciones específicas para mejorar las habilidades de pensamiento computacional relacionadas con la resolución de problemas complejos.
2. Retroalimentación a Participantes: Compartir los resultados y retroalimentación personalizada con los participantes, si es apropiado, para fomentar su crecimiento y desarrollo en el pensamiento computacional.
3. Planificación de Intervenciones: Utilizar los resultados del análisis para planificar intervenciones educativas o talleres dirigidos a fortalecer las habilidades de pensamiento computacional identificadas como áreas de mejora.

Esta metodología asegura que el instrumento CT-Complex se aplique de manera efectiva y eficiente, proporcionando datos valiosos que pueden ser utilizados para mejorar las competencias de pensamiento computacional en la resolución de problemas complejos.

CT-Complex: Horizontes del Pensamiento Computacional para la resolución de problemas complejos

Objetivo del cuestionario CT-Complex

El objetivo principal del cuestionario CT-Complex: Horizontes del Pensamiento Computacional para la Resolución de Problemas Complejos es evaluar y fortalecer la comprensión y aplicación de habilidades de pensamiento computacional en la solución de problemas complejos. Este instrumento está diseñado para identificar las habilidades actuales de los participantes en descomposición, abstracción, reconocimiento de patrones y diseño de algoritmos, con el fin de ofrecer retroalimentación que contribuya a la mejora de estas competencias esenciales para la innovación y resolución de problemas en el entorno actual.

Introducción al Cuestionario

Bienvenidos al cuestionario CT-Complex, una herramienta concebida para explorar y potenciar su manejo del pensamiento computacional, especialmente en la tarea de enfrentar y resolver problemas complejos. En una época donde la habilidad para fraccionar problemas grandes en partes más pequeñas y manejables, identificar patrones, abstraer los elementos fundamentales de una situación y diseñar soluciones sistemáticas es invaluable, este cuestionario les invita a reflexionar sobre sus capacidades, reconocer áreas de fortaleza y oportunidades para crecer, y considerar cómo el pensamiento computacional puede aplicarse en diversos contextos, desde el desarrollo de tecnología innovadora hasta la solución de retos sociales a nivel global.

A lo largo de este proceso tendrán la oportunidad de:

- Evaluar su entendimiento de los principios básicos del pensamiento computacional.
- Reflexionar sobre la aplicación práctica de estas habilidades en la solución de problemas complejos.
- Recibir retroalimentación que les guiará hacia recursos y estrategias para reforzar sus capacidades en este campo crucial.

Los animo a enfrentar este cuestionario con mente abierta y curiosa, listos para explorar las capacidades de su propio pensamiento computacional y dispuestos a emprender un camino de crecimiento personal y profesional. Este es el primer paso hacia el aprovechamiento pleno del inmenso potencial del pensamiento computacional para innovar, resolver desafíos y contribuir de manera positiva a nuestra sociedad.

Estimada/ Estimado participante

El Grupo de Investigación Interdisciplinario Razonamiento para la Complejidad (R4C-IRG) del Tecnológico de Monterrey (Tecnológico de Monterrey) te invita a participar en el siguiente cuestionario cuyo propósito es conocer tus habilidades de pensamiento computacional para abordar y solucionar desafíos sociales complejos, enfocándose especialmente en la reducción de desigualdades y promoviendo una innovación inclusiva y sostenible. Algunas universidades que participan en este estudio son:

Universidad de Helsinki, Finlandia.
 Universidad del Este de Finlandia.
 Universidad de Belgrado, Serbia.
 Universidad de Cantabria, España.
 Tecnológico de Monterrey, México.
 Universidad Bolivariana del Ecuador. Ecuador.
 Universidad de La Guajira, Colombia.
 Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo.

Consentimiento informado

Cumpliendo con los estándares éticos, deseamos contar con su valiosa participación en la aplicación de este instrumento bajo el principio de consentimiento informado, en el cual garantizamos la absoluta confidencialidad de la información proporcionada, la misma será utilizada exclusivamente para fines académicos y de investigación. Con base en este requisito, por favor confirme su participación voluntaria e informada:

Parte 1. Instrucciones

Por favor responde cada uno de los ítems con sinceridad.
 No hay respuestas correctas o incorrectas, solo queremos saber tu opinión.
 El tiempo estimado para responder el cuestionario es de 20 a 25 minutos.

A continuación, encontrarás una serie de afirmaciones que describen diferentes situaciones. Por favor lee atentamente cada una de ellas y marca la alternativa que consideres más similar a tu percepción, no hay respuestas buenas o malas. Ten en cuenta que el valor (1) indica *Totalmente en desacuerdo*; mientras que el valor (4) *Totalmente de acuerdo*.

- (1) Totalmente en desacuerdo
- (2) En desacuerdo
- (3) De acuerdo
- (4) Totalmente de acuerdo

Dimensiones e ítems	1 (TD)	2 (D)	3 (A)	4 (TA)
Abstracción				
1. Puedo identificar los componentes esenciales de un problema complejo, ignorando los detalles irrelevantes.				

Dimensiones e ítems	1 (TD)	2 (D)	3 (A)	4 (TA)
2. Me resulta fácil simplificar problemas complejos para hacerlos más manejables.				
3. Suelo crear modelos o representaciones simplificadas de sistemas reales para entender cómo funcionan.				
4. Puedo explicar conceptos complejos de manera simple a personas sin conocimientos previos en el tema.				
5. Regularmente utilizo ejemplos o metáforas para representar ideas complicadas.				
6. Considero que la capacidad de abstraer es fundamental para solucionar problemas en diversas áreas.				
7. Puedo determinar cuáles son los datos o aspectos más relevantes al enfrentarme a un conjunto de información amplio.				
8. Me siento cómodo trabajando con conceptos abstractos y teorías para desarrollar soluciones prácticas.				
Identificación de Patrones				
1. Reconozco fácilmente similitudes y diferencias al comparar objetos o situaciones.				
2. Puedo identificar tendencias en conjuntos de datos, incluso si son complejos.				
3. Suelo predecir comportamientos o resultados futuros basándome en patrones observados previamente.				
4. Encuentro patrones subyacentes en problemas aparentemente desordenados o aleatorios.				
5. Utilizo patrones identificados en una situación para resolver problemas en otro contexto.				
6. Puedo clasificar información basándome en características comunes.				
7. Regularmente busco patrones o regularidades como primer paso para entender un nuevo problema.				
8. Considero que la identificación de patrones es crucial para el aprendizaje y la solución de problemas.				
Diseño de Algoritmos				
1. Puedo diseñar pasos secuenciales claros y lógicos para resolver problemas.				
2. Me siento cómodo creando soluciones paso a paso que pueden ser seguidas por otras personas o por computadoras.				
3. Suelo pensar en términos de "si esto, entonces aquello" para planificar cómo abordar tareas o problemas.				
4. Puedo optimizar procesos simplificando o eliminando pasos innecesarios.				
5. Regularmente divido tareas complejas en subprocesos más pequeños y manejables.				
6. Cuando me enfrento a un problema, automáticamente comienzo a pensar en posibles algoritmos para solucionarlo.				
7. Considero que el diseño de algoritmos es una habilidad esencial en la resolución de problemas cotidianos.				
8. Puedo adaptar o modificar algoritmos existentes para mejorar su eficiencia o aplicabilidad a nuevos problemas.				
Descomposición				

Dimensiones e ítems	1 (TD)	2 (D)	3 (A)	4 (TA)
1. Ante un proyecto grande, mi primer instinto es dividirlo en partes más pequeñas y manejables.				
2. Puedo identificar subproblemas dentro de un problema complejo para facilitar su resolución.				
3. Al enfrentar un desafío, suelo organizar las tareas en componentes o etapas.				
4. Encuentro útil dividir las tareas en pasos más pequeños para evitar sentirme abrumado.				
5. Regularmente asigno prioridades a las sub-tareas dentro de un proyecto para mejorar la eficiencia.				
6. Puedo mantener una visión general del proyecto mientras trabajo en sus componentes individuales.				
7. Considero que la descomposición es una estrategia clave para manejar proyectos complejos o a largo plazo.				
8. Suelo utilizar diagramas o listas para organizar y visualizar las partes de un problema o proyecto.				

Parte 2. Cuestionario basado en estudios de caso. Instrucciones

Estudio de Caso 1: Mejora del Acceso a la Educación en Comunidades Marginales

Descripción del Caso:

En muchas regiones del mundo, las desigualdades educativas se presentan como un obstáculo significativo para el progreso y bienestar colectivos. Dentro de las comunidades marginales, la intersección de la pobreza, la carencia de infraestructura adecuada y la limitación de recursos crea un ambiente donde el acceso a una educación de calidad se ve gravemente comprometido. Este desafío no solo es amplio en su alcance, sino también profundo en su impacto, afectando las dimensiones sociales, económicas, tecnológicas y políticas de las comunidades involucradas.

Las áreas más afectadas por estas desigualdades suelen ser comunidades remotas o zonas urbanas desfavorecidas, donde las escuelas luchan contra la ausencia de recursos básicos necesarios para una educación efectiva. La falta de aulas equipadas, materiales didácticos actualizados y acceso a tecnologías emergentes son solo algunas de las barreras físicas que enfrentan. Además, la escasez de docentes calificados y la ausencia de programas de formación robustos limitan aún más las oportunidades de aprendizaje y desarrollo de los estudiantes. Estas limitaciones no solo repercuten en el rendimiento académico de los estudiantes, sino que también obstaculizan su capacidad para adquirir habilidades cruciales para su futuro profesional y personal.

La repercusión de vivir en un entorno con acceso limitado a la educación se extiende más allá del ámbito académico, perpetuando ciclos de pobreza y minando el potencial de crecimiento económico y social de las comunidades. La falta de educación de calidad no solo disminuye las oportunidades de empleo para los individuos, sino que también reduce la capacidad general de la comunidad para innovar, adaptarse a los cambios económicos globales y contribuir de manera significativa al tejido social y económico más amplio.

Ante este panorama, la necesidad de soluciones innovadoras y sostenibles se hace imperativa. Estas soluciones deben estar diseñadas no solo para abordar las barreras físicas al acceso educativo, sino también para dismantelar las estructuras sociales y económicas que perpetúan la desigualdad. La implementación de tecnologías educativas, por ejemplo, puede ofrecer a los estudiantes en comunidades remotas o desfavorecidas el acceso a recursos y conocimientos que de otro modo estarían fuera de su alcance. Sin embargo, para que estas soluciones tecnológicas sean efectivas, también deben acompañarse de esfuerzos para mejorar la infraestructura física, aumentar la capacitación y el número de docentes, y fomentar un entorno de aprendizaje inclusivo y accesible.

Además, es fundamental que estas intervenciones se realicen en colaboración con las comunidades afectadas, asegurando que las soluciones sean relevantes y respondan a las necesidades y contextos locales. Esto implica un enfoque participativo en el diseño e implementación de programas educativos, que priorice las voces y experiencias de los estudiantes, familias y educadores dentro de estas comunidades.

Finalmente, el compromiso a largo plazo de los gobiernos, organizaciones no gubernamentales y el sector privado es crucial para garantizar que las mejoras en el acceso a la educación sean sostenibles y conduzcan a una reducción genuina de las desigualdades. Solo a través de un esfuerzo colectivo y coordinado podemos esperar abordar las raíces profundas de la desigualdad educativa y construir un futuro donde cada individuo tenga la oportunidad de alcanzar su máximo potencial.

Abstracción

Pregunta: ¿Cuál de las siguientes soluciones representa una abstracción efectiva para abordar las barreras al acceso a la educación en comunidades marginales?

Respuestas Posibles:

1. Desarrollar una plataforma de educación en línea accesible desde dispositivos móviles para proporcionar recursos educativos a estudiantes en áreas remotas. (**Correcta**)
2. Construir escuelas físicas en cada comunidad marginal con programas de formación para maestros locales. (Incorrecta, ya que no aborda la limitación de recursos ni la sostenibilidad a largo plazo)
3. Implementar un sistema de becas que permita a los estudiantes de comunidades marginales asistir a escuelas en áreas urbanas. (Incorrecta, ya que no resuelve el problema de acceso local a la educación)

Identificación de Patrones

Pregunta: Basado en el análisis de datos educativos de las comunidades marginales, ¿cuál de las siguientes observaciones podría considerarse un patrón relevante para diseñar intervenciones efectivas?

Respuestas Posibles:

1. Los estudiantes tienen un acceso significativamente más alto a teléfonos móviles que a computadoras o tabletas. (Correcta)
2. Las tasas de deserción escolar aumentan drásticamente después del nivel primario. (Incorrecta, relevante pero no específica a la tecnología de acceso)
3. Los estudiantes muestran un interés elevado en cursos de habilidades prácticas y vocacionales. (Incorrecta, aunque útil, no se centra en el patrón de acceso tecnológico)

Diseño de Algoritmos

Pregunta: ¿Qué algoritmo podría diseñarse para asignar recursos educativos de manera efectiva a las comunidades marginales?

Respuestas Posibles:

1. Un algoritmo que prioriza la distribución de recursos basándose en el número de niños en edad escolar, la disponibilidad de infraestructura tecnológica y los niveles de alfabetización en la comunidad. (Correcta)
2. Un algoritmo de aprendizaje adaptativo que personaliza el contenido educativo para cada estudiante basado en su progreso y áreas de dificultad. (Incorrecta, no aborda directamente la asignación de recursos)
3. Un algoritmo que optimiza las rutas de transporte escolar para maximizar el número de estudiantes que pueden ser recogidos y llevados a escuelas en áreas cercanas. (Incorrecta, útil pero no enfocado en la distribución de recursos educativos digitales)

Descomposición

Pregunta: Considerando el objetivo de mejorar el acceso a la educación en comunidades marginales, ¿cuál de las siguientes opciones descompone efectivamente el problema en subcomponentes manejables?

Respuestas Posibles:

1. Separar el proyecto en iniciativas centradas en: infraestructura tecnológica, desarrollo y distribución de contenido educativo, capacitación de maestros, y participación comunitaria. (Correcta)
2. Dividir el proyecto en fases temporales: investigación y análisis de necesidades, diseño e implementación de soluciones, evaluación de impacto, y ajustes basados en feedback. (Incorrecta, aunque útil, no se centra en componentes específicos del problema)
3. Organizar el proyecto en torno a áreas temáticas específicas: alfabetización digital, ciencias básicas, matemáticas, y habilidades para la vida. (Incorrecta, enfoca en contenido, pero no aborda directamente el problema).

Estudio de Caso 2: Fomentando la Participación de Mujeres en la Educación Superior STEM

Descripción del Caso:

En el panorama actual de la educación superior, la representación de las mujeres en los campos de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) sigue siendo desproporcionadamente baja. Este desequilibrio no es solo un reflejo de las desigualdades persistentes en el acceso y las oportunidades

educativas, sino que también plantea importantes cuestiones sobre el aprovechamiento del potencial humano completo en áreas clave para el desarrollo y la innovación tecnológica. La subrepresentación de las mujeres en STEM es multifacética, arraigada en estereotipos de género, barreras culturales y estructurales, y una falta de políticas educativas inclusivas que apoyen de manera efectiva la participación femenina desde la educación primaria hasta la superior.

Los estereotipos de género y los prejuicios inconscientes desempeñan un papel crucial en desalentar a las mujeres jóvenes de perseguir intereses en STEM. Desde edades tempranas, las niñas a menudo reciben mensajes, tanto implícitos como explícitos, de que las carreras en ciencia y tecnología son menos adecuadas para ellas en comparación con sus compañeros masculinos. Estos estereotipos se ven reforzados por la falta de modelos a seguir femeninos visibles en campos STEM, lo que dificulta que las mujeres jóvenes se imaginen a sí mismas en estas carreras. Además, el entorno educativo y profesional en campos STEM a menudo carece de la infraestructura de apoyo necesaria para fomentar la retención y el éxito de las mujeres, incluyendo políticas de igualdad de género, prácticas de enseñanza inclusivas y oportunidades de mentoría y redes.

El impacto de esta disparidad se extiende más allá de las oportunidades individuales para las mujeres; limita la diversidad de perspectivas en la investigación y la innovación en STEM, lo que puede conducir a resultados menos creativos y efectivos. Además, en una era donde la tecnología y la ciencia juegan roles centrales en abordar desafíos globales como el cambio climático, la salud pública y la seguridad cibernética, es crucial movilizar todos los recursos humanos disponibles, incluyendo el talento y la creatividad de las mujeres.

Para abordar estos desafíos, las intervenciones deben ser multifacéticas y comenzar desde etapas tempranas de la educación. Esto incluye reformar los currículos para hacerlos más inclusivos y atractivos para las estudiantes femeninas, promover programas de mentoría que conecten a las mujeres jóvenes con profesionales femeninas en STEM, y desarrollar campañas de sensibilización que desafíen los estereotipos de género y celebren las contribuciones de las mujeres en ciencia y tecnología. Además, las universidades y otras instituciones de educación superior deben implementar políticas y prácticas que fomenten un entorno de aprendizaje inclusivo y de apoyo para las mujeres en STEM, incluyendo la adaptación de métodos de enseñanza, proporcionando recursos de apoyo específicos y facilitando el acceso a becas y financiación.

Al mejorar el acceso y el éxito de las mujeres en la educación superior en STEM, no solo se avanzará hacia la igualdad de género en la educación y el empleo, sino que también se enriquecerá el campo de STEM con una diversidad de perspectivas y habilidades. Esto, a su vez, impulsará la innovación y el desarrollo tecnológico, asegurando que los avances en estos campos críticos reflejen y beneficien a toda la sociedad. El compromiso con la creación de entornos educativos inclusivos y el apoyo a la participación de las mujeres en STEM es, por lo tanto, un imperativo estratégico para las instituciones educativas, los gobiernos y la sociedad en su conjunto.

Abstracción

Pregunta: ¿Cuál de las siguientes soluciones representa una abstracción efectiva para promover la participación de las mujeres en la educación superior STEM?

Respuestas Posibles:

1. Desarrollar campañas de concienciación que resalten el éxito de las mujeres en STEM y desafíen los estereotipos de género. (Correcta)
2. Limitar el acceso de los hombres a los programas de STEM para igualar las cifras de participación de género. (Incorrecta, ya que no aborda la causa raíz del problema y puede ser contraproducente)

3. Aumentar las tarifas de matrícula en programas de STEM para financiar becas exclusivamente para mujeres. (Incorrecta, ya que esto podría disuadir a todos los estudiantes potenciales debido al mayor costo)

Identificación de Patrones

Pregunta: Basado en el análisis de datos sobre la participación de las mujeres en STEM, ¿cuál de las siguientes observaciones podría considerarse un patrón relevante para diseñar intervenciones efectivas?

Respuestas Posibles:

1. Los programas que incluyen mentorías femeninas y proyectos de colaboración muestran un aumento en la matriculación femenina. (Correcta)
2. Las mujeres son menos propensas a aplicar a programas de STEM en universidades que están lejos de su hogar. (Incorrecta, relevante pero no específicamente relacionada con la falta de representación femenina en STEM)
3. Las mujeres prefieren cursos en línea a los presenciales en campos de STEM. (Incorrecta, aunque puede ser cierto para algunos casos, no aborda directamente el problema de la subrepresentación)

Diseño de Algoritmos

Pregunta: ¿Qué algoritmo podría diseñarse para asignar recursos de manera efectiva y mejorar el acceso de las mujeres a la educación superior en STEM?

Respuestas Posibles:

1. Un algoritmo que identifica y asigna automáticamente a estudiantes femeninas en STEM a programas de mentoría y grupos de estudio. (Correcta)
2. Un algoritmo que modifica los criterios de admisión basándose únicamente en el género de los solicitantes. (Incorrecta, ya que la igualdad de acceso debe basarse en la capacidad y el interés, no solo en el género)
3. Un algoritmo que redistribuye fondos de todos los departamentos universitarios para crear más plazas en STEM específicamente para mujeres. (Incorrecta, podría mejorar la representación femenina en STEM pero afectaría negativamente a otros departamentos)

Descomposición

Pregunta: Considerando el objetivo de mejorar la participación de las mujeres en la educación superior en STEM, ¿cuál de las siguientes opciones descompone efectivamente el problema en subcomponentes manejables?

Respuestas Posibles:

1. Identificar barreras específicas para las mujeres en STEM, desarrollar programas de mentoría, ajustar prácticas de enseñanza para inclusividad, y crear becas específicas. (Correcta)
2. Concentrar todos los recursos en aumentar los salarios de los profesores de STEM para atraer a más mujeres al campo. (Incorrecta, ya que no aborda directamente las barreras de participación de las mujeres)
3. Requerir que todas las estudiantes mujeres se inscriban en al menos un curso de STEM durante su primer año. (Incorrecta, podría ser percibido como coercitivo y no necesariamente aborda las barreras subyacentes a la participación).

Conclusiones

La aplicación del instrumento CT-Complex, dedicado a evaluar y fomentar el pensamiento computacional en la resolución de problemas complejos, representa un avance significativo en la educación y en el campo profesional. Este enfoque no solo refleja la importancia de cultivar habilidades de pensamiento computacional en una era dominada por la tecnología y la información, sino que también subraya la

necesidad de herramientas evaluativas que puedan captar la profundidad y amplitud de estas competencias.

La metodología propuesta para aplicar el CT-Complex a través de un formulario digital ilustra cómo la evaluación del pensamiento computacional puede integrarse de manera efectiva en los procesos educativos y de capacitación. Proporciona un marco estructurado que facilita la participación activa de los estudiantes o profesionales, promueve la reflexión crítica y permite una retroalimentación constructiva y orientada al crecimiento. Este método de evaluación abarca no solo el conocimiento teórico, sino también la capacidad de aplicar este conocimiento de manera práctica para abordar retos reales, reflejando así la verdadera esencia del pensamiento computacional.

El enfoque híbrido de combinar actividades sincrónicas y asincrónicas maximiza las oportunidades de aprendizaje, adaptándose a diversos estilos y ritmos de aprendizaje. Al mismo tiempo, el uso de plataformas digitales para la implementación del formulario facilita un acceso más amplio y equitativo a la evaluación, permitiendo que individuos de diferentes contextos geográficos y socioeconómicos participen y se beneficien de este proceso.

La importancia de evaluar el pensamiento computacional a través del instrumento CT-Complex y su metodología de aplicación radica en su potencial para impulsar innovaciones significativas en la enseñanza y la práctica del pensamiento computacional. Al proporcionar una comprensión detallada de las habilidades individuales y colectivas en este dominio, educadores y líderes pueden dirigir mejor sus esfuerzos hacia la mejora de la educación en ciencias de la computación, el desarrollo de programas de capacitación más efectivos y la promoción de una fuerza laboral más preparada para enfrentar los desafíos del futuro.

En conclusión, el instrumento CT-Complex y su metodología de aplicación representan un paso adelante en nuestra capacidad para evaluar y desarrollar el pensamiento computacional. Al adoptar este enfoque, podemos esperar no solo avanzar en el campo educativo y profesional, sino también contribuir a la formación de ciudadanos más capaces, creativos y adaptativos, listos para usar el pensamiento computacional para resolver problemas complejos y, en última instancia, reducir las desigualdades en nuestra sociedad.

Referencias

- Alfaro Ponce, B., Patiño, A., Sanabria-Z, J. (2023). Components of computational thinking in citizen science games and its contribution to reasoning for complexity through digital game based learning: A framework proposal. *Cogent Education*, 10(1), 191751,10.1080/2331186X.2023.2191751 <https://hdl.handle.net/11285/650836>
- Atieno, L., Baafi, R. & Marta, T. (2020). Are computational thinking skills measurable? an analysis. *Paper presented at the CEUR Workshop Proceedings*, 2650 12-23. <http://ceur-ws.org/Vol-2650/paper2.pdf>
- García, A. & Caballero, Y. (2019). Robótica para desarrollar el pensamiento computacional en Educación Infantil. *Comunicar: Revista científica iberoamericana de comunicación y educación*, 27(59), 63-72. <https://doi.org/10.3916/C59-2019-06>
- George-Reyes, C. (2023). Imbricación del pensamiento computacional y la alfabetización digital en la educación. Modelación a partir de una revisión sistemática de la literatura. *Revista Española de Documentación Científica* 46(1), e345. <https://doi.org/10.3989/redc.2023.1.1922> <https://hdl.handle.net/11285/650997>
- George-Reyes, C., Contreras, Y., Ruiz-Ramírez, J. & López-Caudana, E. (2023). Aprendizaje de los componentes del pensamiento computacional mediado por una aplicación virtual de la educación 4.0 en

- el entorno del pensamiento complejo. *Educación*, 59(2), 1-20. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1645>
<https://hdl.handle.net/11285/650977>
- George-Reyes, C., López-Caudana, E.O., Ramírez-Montoya, M.S. y Ruiz-Ramírez, J. (2023). Pensamiento computacional basado en realidad virtual y razonamiento complejo: caso de estudio secuencial. *RED. Revista de Educación a Distancia* 23(73). <http://dx.doi.org/10.6018/red.540841> Retrieved from: <https://hdl.handle.net/11285/650112>
- González, C. (2019). Estado del arte en la enseñanza del pensamiento computacional y la programación en la etapa infantil. *Education in the Knowledge Society*, 20, 1-15.
https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a17
- Grover, S. & Pea, R. (2017). *Computational Thinking: A competency whose time has come*. In Sentence, S., Barendsen, E. Schulte, C. Computer science education: Perspectives on teaching and learning in school. Bloomsbury Academic. <https://doi.org/0.5040/9781350057142.ch-003>
- Ortega, B. & Asensio, M. (2018). DIY robotics: computational thinking-based patterns to improve problem solving. *Revista Latino Americana de Tecnología Educativa-Relatec*, 17(2), 129–143.
<https://doi.org/10.17398/1695-288X.17.2.129>
- Piazza, A. & Mengual, S. (2020). Computational thinking and coding in primary education: scientific productivity on SCOPUS. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 59, 147-181.
<https://doi.org/10.12795/pixelbit.79769>
- Román, M., Pérez, J. & Jiménez, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*, 72, 678–691.
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047>
- Rose, S., Habgood, J. & Jay, T. (2017). An exploration of the role of visual programming tools in the development of young children’s computational thinking. *Electronic Journal of E-Learning*, 15(4), 297–309. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1154629>
- Wing, J. (2006). Computational thinking. it represents a universally applicable attitude and skill set everyone, not just computer scientists, would be eager to learn and use. *Commun. ACM*, 49(3).
<https://doi.org/10.1109/vlhcc.2011.6070404>
- Yadav, A., Hong, H., & Stephenson, C. (2016). Computational thinking for all: Pedagogical approaches to embedding a 21st century problem solving in K-12 classrooms. *TechTrends*.
<https://doi.org/10.1007/s11528-016-0087-7>