

EL USO DEL DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA CREACIÓN DE APPLETS. SIMULACIÓN DEL CAMBIO UNIFORME

THE USE OF THE FLOW DIAGRAM FOR THE CREATION OF APPLETS. SIMULATION OF THE UNIFORM CHANGE

Francisco Agustín Zúñiga Coronel
Universidad de Los Altos de Chiapas. maestro_coronel@hotmail.com

RESUMEN

El presente artículo expone algunas ventajas y desventajas del uso del diagrama de flujo en la creación de applets. Las observaciones se obtuvieron de los diseños desarrollados por estudiantes de tercer semestre de la Maestría en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa de la Universidad Autónoma de Chiapas. Los diseños fueron enfocados al cambio uniforme, específicamente, a la simulación del llenado de un recipiente cilíndrico con base en el modelo lineal. Para las construcciones de los applets se utilizaron herramientas de geometría dinámica y la interacción virtual en la plataforma (en línea) que ofrece la comunidad de GeoGebra. La investigación se centra en la tecnología digital y retoma la metodología de la programación. En la investigación se identificaron dos desventajas principales: el uso de las herramientas de GeoGebra y la comprensión del fenómeno. El diagrama de flujo se consideró un recurso didáctico para la creación del applet, ya que se tuvo la ventaja de ser una guía y un recurso de retroalimentación. Entonces, para la creación del applet se requiere la interpretación del diagrama de flujo, el buen uso de las herramientas de GeoGebra y la comprensión del fenómeno a estudiar.

Palabras clave: Applet, Cambio uniforme, Diagrama de flujo, Modelo lineal, Tecnología digital.

ABSTRACT

This paper exposes some advantages and disadvantages in the use of the flow diagram in the creation of applets. The observations were obtained directly from the designs developed by third semester students of the Maestría en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa from Universidad Autónoma de Chiapas. The designs were focused on the uniform change, specifically, the simulation of filling a cylindrical container based on the linear model. For the constructions of the applets, dynamic geometry tools were used as the virtual interaction on the platform (online) offered by the GeoGebra community. The research focuses on digital technology and uses as methodology, programming. The research identified two main disadvantages: the use of GeoGebra tools and the understanding of the phenomenon. The flow diagram was considered as a didactic resource for the creation of the applet, since it had the advantage of being a guide and a feedback resource. Therefore, the study about the creation of the applet, the interpretation of the flowchart, the proper use of the GeoGebra tools and the understanding of the phenomenon is required.

Keywords: Applet, Uniform change, Flow diagram, Digital technology, Linear model

1. INTRODUCCIÓN

La Tercera Revolución de la Humanidad (3RH), como señala Rubio (2018), ha generado grandes cambios en la educación. Se han considerado las siguientes sociedades: la sociedad 1.0 donde el propósito era la formación de trabajadores para la interpretación de la información; la sociedad 2.0 tenía la necesidad de interpretar la información para la producción de conocimientos; la sociedad 3.0 que actualmente vivimos se centra en la tecnología digital que tiene la finalidad de interactuar con entornos virtuales (videos tutoriales, redes sociales, plataformas educativas, sitios web y software de aplicación) para la construcción de conocimientos.

El gran avance de la tecnología digital ha provocado que estudiantes de diferentes niveles educativos se consideren nativos digitales, es decir, nacen y crecen en interacción con herramientas tecnológicas: celulares, tabletas y computadoras (Jiménez y Jiménez, 2017). Es por ello que, de acuerdo con Zúñiga (2018):

Las nuevas tecnologías tienen una gran ventaja, ya que son especializadas en las áreas de interés y cuentan con herramientas sofisticadas para realizar una determinada tarea ... brindan grandes posibilidades para el diseño de entornos virtuales de aprendizaje que favorecen el aprender a aprender, la resolución de problemas y el desarrollo de la creatividad (p. 63).

El Internet es parte fundamental de las tecnologías digitales ya que contribuye a la comunicación e interacción de diversos grupos sociales. Gran parte de la población tiene acceso a esta red, por lo que en la actualidad la sociedad del conocimiento se ha desarrollado notablemente. Este desarrollo se debe al surgimiento de comunidades de enseñanza - aprendizaje, plataformas educativas y softwares virtuales. Tal como señalan Batanero, Gea, Roa, Arteaga y Cañadas (2016): “Hoy en día existe una gran variedad de recursos tecnológicos como la calculadora, hoja de cálculo, applets y programas de ordenador específicos, que pueden facilitar la realización de cálculos y gráficos” (p. 664). Los applets han contribuido en el aprendizaje de las matemáticas con la ayuda del Internet, ya que existen varios usuarios (profesores y alumnos) que hacen uso de ellos. El aprendizaje de las

matemáticas se ha expandido a las plataformas educativas en línea como el caso de la comunidad de GeoGebra. La plataforma de GeoGebra cuenta con una gran diversidad de aplicaciones (applets) que contribuyen a la comprensión de diversos conceptos matemáticos.

Las aplicaciones que se desarrollan en GeoGebra hacen uso de diversas estrategias. El diagrama de flujo es considerado una estrategia de enseñanza - aprendizaje, ya que ayuda a ordenar la información en una secuencia lógica de pasos (Pimienta, 2012). Dada la necesidad de integrar a la tecnología digital en el proceso de enseñanza - aprendizaje de las matemáticas, se presenta una investigación basada en la creación de un applet con el uso de un diagrama de flujo centrado en el cambio uniforme con la finalidad de identificar algunas ventajas y desventajas que este recurso didáctico otorga. Los diseños de los applets fueron creados por estudiantes de la Maestría en Ciencias con especialidad en Matemática Educativa.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La problemática se centra en la Tercera Revolución de la Humanidad (3RH). Esta revolución establece la integración de la Tecnología Digital (TD) en la Educación Matemática. De acuerdo con Rubio (2018), esta tecnología:

...ha impactado y penetrado en la educación a distintos niveles, tanto en la sala de clases, las escuelas, los sistemas educativos, las políticas gubernamentales, e incluso, los acuerdos de organizaciones internacionales preocupadas por la educación. Vemos cómo en la actualidad las aulas están equipadas con aparatos electrónicos como proyectores, pizarras digitales interactivas y computadores; las escuelas cuentan con conexión a Internet y laboratorio de computación; instituciones educativas brindan cursos de formación a distancia por medio de aulas virtuales... (p. 1).

Es por ello que se ve la necesidad de inclusión de la TD en el proceso de enseñanza - aprendizaje de las matemáticas. La integración digital en el proceso de aprendizaje propicia que los docentes se integren a la cultura digital con la finalidad de rediseñar sus prácticas académicas. Derivada de esta integración se identifica la siguiente problemática: varios de los

docentes aún no están inmersos con el uso de recursos tecnológicos en línea que permiten el reforzamiento de los conceptos matemáticos vistos en clases.

El estudiante según Hernández (2006) "... es considerado como un sujeto pasivo que asimila ideas de forma natural mediante el estudio de apuntes de clases y textos escolares de circulación comercial" (p. 2). Esta idea genera otra problemática, ya que por lo regular los estudiantes fuera de la clase solo dan un repaso (libreta o libros) de lo que se estudió y en ocasiones resuelven algunos ejercicios o problemas propuestos como tarea. Por ello, no retroalimentan sus conocimientos ni mucho menos construyen nuevos saberes con el uso de la TD (videos tutoriales, applets, software de aplicación y plataformas educativas).

La simulación es una herramienta para la visualización y es parte de la TD, la cual permite al usuario interactuar con un modelo matemático para la representación de comportamiento de fenómenos físicos. Esta idea genera otra problemática que se deriva de la interacción con objetos físicos ya que, en muchas ocasiones se dificulta llevar a cabo la experimentación para el análisis del comportamiento de los fenómenos. Es por ello que se considera indispensable el uso de simuladores pues los docentes pueden apoyarse en GeoGebra para la creación de clases interactivas y amenas, con la finalidad de que el estudiante vea las aplicaciones de las matemáticas enfocadas a problemas reales.

Los medios a través de los cuales se transmiten los mensajes pueden ser físicos, como las computadoras, calculadoras y celulares, o virtuales, como los programas y software. Una de las funciones que tienen los docentes de matemáticas es la creación de ambientes de aprendizaje. Por lo que existen diversas estrategias de enseñanza - aprendizaje tales como: cuadros sinópticos, cuadros comparativos, diagramas de árbol, diagramas de flujo, mapas mentales, mapas conceptuales, seminarios, talleres, aprendizaje basado en TIC, entre otros (Pimienta, 2012). Es por ello que, para la integración a la tecnología digital es indispensable una estrategia de enseñanza - aprendizaje, por lo que se retoma el diagrama de flujo como un recurso didáctico. Esta estrategia se toma en cuenta en esta investigación ya que puede favorecer el proceso de programación para la creación de applets.

Entonces, de acuerdo con lo planteado en párrafos anteriores se establece la siguiente pregunta de investigación: *¿Qué ventajas y desventajas se identifican en el uso de un diagrama de flujo para la creación de applets en GeoGebra centrados en el cambio uniforme?*

3. REFERENTES TEÓRICOS

Las tecnologías digitales se refieren a dispositivos físicos o virtuales. Por lo que GeoGebra se considera una herramienta virtual (interacción en línea) de geometría dinámica. La geometría dinámica según Huerta, Scholz y Martínez (2016):

...tuvo su origen en la década de los 80, la cual servía en aquel tiempo como análogo al lápiz y papel, ya que permitía replicar los problemas de manera similar de cómo se hacen con regla y compás, siendo las construcciones rígidas; con el paso del tiempo, diversos softwares, como: Geometer's, Sketchpad y Cabri-Geometry evolucionaron de tal manera que las construcciones geométricas podían ser dinámicas (p. 18).

Estas construcciones geométricas dieron lugar a la comprensión de procesos de cambio, por lo que la geometría dinámica estudia figuras (objetos geométricos) en movimiento que pueden desplazarse, cambiar de forma y modificar su tamaño. Es por ello que esta herramienta permite la manipulación de objetos geométricos, algebraicos y numéricos. Por su parte, Jiménez y Jiménez (2017) señalan que este software "... contribuye a mejorar la actividad central de las matemáticas, la resolución de problemas, porque proporciona estrategias diferentes para plantear los enunciados, facilita la exploración dinámica de las situaciones y aporta ayudas diversas y nuevos métodos de resolución" (p. 11).

La comunidad de GeoGebra (2018) plantea que GeoGebra es un software de matemáticas para todo nivel educativo. Reúne dinámicamente geometría, álgebra, estadística y cálculo en registros gráficos, de análisis y de organización en hojas de cálculo. GeoGebra, con su libre agilidad de uso, congrega a una comunidad vital y en crecimiento. En todo el mundo, millones de entusiastas lo adoptan y comparten diseños y aplicaciones.

Es por ello que se han realizado diversas investigaciones sobre geometría dinámica. Por ejemplo, Toribio y Trinidad (2018) plantean un applet diseñado en GeoGebra. De acuerdo con los autores, este software permite hacer simulaciones y manipulaciones de variables de los fenómenos físicos, lo cual permite un acercamiento visual para dar significados. También establecen que con el apoyo de esta herramienta los estudiantes son capaces de visualizar y modelar fenómenos de movimiento como el péndulo.

Hinojos, Torres, Trujillo, Arana, Peralta y Cuevas (2016) presentan algunas aplicaciones de la integral definida tales como: la interpretación gráfica del método de Euler, el valor aproximado para la longitud de arco, el valor aproximado del área bajo la curva y el volumen aproximado de sólidos de revolución. En el artículo describen que:

GeoGebra tiene el potencial de ayudar al docente a diseñar herramientas didácticas que en conjunto con el desarrollo de la actividad en el aula de clase permiten a los estudiantes obtener una mejor comprensión de los fenómenos que se estudian por medio de modelos matemáticos manipulables en un ambiente digital (p. 562).

La simulación se considera un recurso didáctico para la comprensión de conceptos matemáticos, ya que permite la interacción con modelos matemáticos en la computadora, para el análisis de un fenómeno físico con la finalidad de obtener respuestas de las variables y compararlas con los datos reales. GeoGebra es una herramienta eficiente para la simulación al considerar a un modelo matemático como una representación selectiva y simplificada de la realidad ya que no toma todos los elementos, sino sólo los de interés (Di Blasi y Segura, 2013). El modelo se construye primero en la mente de la persona, a partir de la percepción del sistema real. Luego puede ser representado en un esquema, una maqueta, fórmulas matemáticas, enunciados verbales y prototipos.

La comunidad de GeoGebra cuenta con una plataforma educativa (<https://www.geogebra.org/>), la cual permite la interacción con diversos applets desarrollados por alumnos y docentes. Gran cantidad de applets se enfocan en la modelación y simulación para el análisis de comportamientos de fenómenos físicos de forma virtual. GeoGebra se

caracteriza como una tecnología digital construida socialmente por una comunidad virtual. Es por ello que uno de los proyectos de la comunidad es la creación de recursos educativos como las hojas dinámicas (Rubio, 2018). Estas hojas corresponden a una plataforma en línea que permiten la interacción con applets.

En los applets se pueden identificar algunos conceptos tales como: el algoritmo que según Barrera (2013) “es una lista completa de pasos secuenciales y una descripción de datos necesarios para resolver un problema” (p. 6683); el diagrama de flujo que de acuerdo con Alejandro (2012) “se define como la representación gráfica de un algoritmo por medio de figuras, que tienen un significado de acuerdo con su forma” (p. 28). Por lo que, este diagrama permite el análisis de procesos ordenados; para ello cuenta con una simbología específica (figuras geométricas). Los diagramas en general sirven para ilustrar procedimientos y los diagramas de flujo en particular indican pasos lógicos para el logro de una tarea.

El programa es un conjunto de instrucciones que sigue la computadora para alcanzar un resultado. Este resultado puede ayudar a resolver un problema general o específico. La programación como establece Zúñiga (2018):

...se considera el proceso para crear programas que ayudan a resolver problemas al interactuar con la computadora. Se ha utilizado ampliamente en los libros de texto para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas como un recurso para mejorar la comprensión de sus conceptos (p. 63).

La programación ayuda a la creación del applet, ya que de acuerdo con Philippe (2011):

Un applet es un «programilla» ... que se ejecuta en otro programa como un navegador web. El applet permite ejecutar objetos multimedia con un navegador compatible directamente en el ordenador del internauta, sin que importe el sistema operativo empleado (p. 8).

La metodología de la programación como señala Barrera (2013):

Es un conjunto o sistema de métodos, principios y reglas que permiten enfrentar de manera sistemática el desarrollo de un programa que resuelve un problema de aplicación. Esta metodología generalmente se estructura como una secuencia de pasos que parten de los conceptos, se plantea el problema y culmina con un programa de computadora que lo resuelve. Este proceso en general distingue las siguientes etapas: analizar el problema; diseñar un algoritmo (diagrama de flujo y pseudocódigo); traducir el algoritmo a un programa de computadora; depurar el programa e interactuar con la interfaz (p. 6682).

4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología de trabajo retoma la metodología de la programación que presenta Barrera (2013). Por lo que se enfocó en la creación de applets con el uso de un diagrama de flujo como recurso didáctico para el proceso de programación. La investigación se llevó a cabo con cuatro alumnos de la Maestría en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa de la Universidad Autónoma de Chiapas (ver fotografía 1).



Fotografía 1. Alumnos de tercer semestre de la Maestría

El taller se llevó a cabo en una sola etapa. En la sesión se planteó el problema 4 (complementario) del libro: Cálculo Aplicado del tema 1.1. Estudio del cambio uniforme. Modelo lineal (Salinas, Alanís, Garza, Pulido, Santos y Escobedo, 2012). En este problema se analiza el cambio uniforme del nivel de agua de un recipiente cilíndrico (proceso de llenado) con respecto al tiempo. Posteriormente, en el pizarrón, se presentó un diagrama de flujo

interpretativo (cualitativo) para la programación (creación) del applet. Conforme se daba la presentación del diagrama de flujo, los estudiantes programaban el applet. El applet se consideró completo al concluir con la simulación del cambio uniforme. Las actividades se llevaron a cabo en un salón de la facultad de ingeniería. Cada alumno diseñó su propio applet en su computadora (LapTop). Al término de la sesión se les pidió a los estudiantes que subieran el applet en la plataforma de GeoGebra (en línea).

5. DISEÑO DIDÁCTICO

El diseño didáctico está conformado por tres actividades. En la primera actividad se presenta la situación problema sobre el llenado de un recipiente cilíndrico. En la segunda actividad se da a conocer un diagrama de flujo interpretativo (cualitativo) para la programación (creación) del applet. Y en la última actividad se pide subir el applet a la plataforma en línea de la comunidad de GeoGebra.

Actividad 1. Analiza el problema 4 (figura 1): comprende el problema e identifica los datos de entrada.

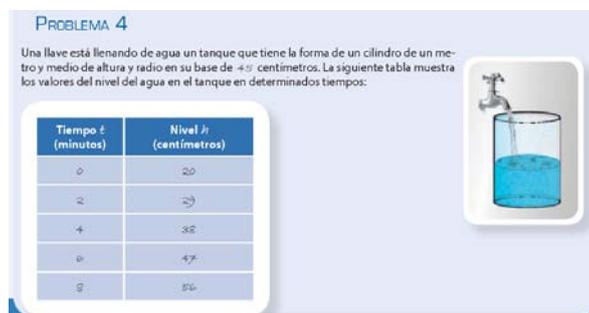


Figura 1. Problema retomado de (Salinas, Alanís, Garza, Pulido, Santos y Escobedo, 2012, p. 16)

Actividad 2. Examina el diagrama de flujo (diagrama 1) y construye un applet que simule el cambio uniforme del llenado del recipiente (nivel de agua) con respecto al tiempo. Para comprender el significado de las formas del diagrama de flujo observa la tabla 1.

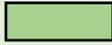
FIGURA GEOMÉTRICA	DESCRIPCIÓN
	Se utiliza para indicar el inicio y el fin del diagrama de flujo.
	Se utiliza para introducir los datos de entrada.
	Se utiliza para indicar procesos (operaciones o asignaciones).
	Se utiliza para imprimir los resultados.
	Se utiliza para unir dos partes distintas del diagrama sin perder su secuencia en la misma página.
	Se utiliza para indicar la dirección del flujo de información.
	Se utiliza para unir líneas y flechas.

Tabla 1. Símbolos utilizados para la creación de diagramas de flujo, retomado de Cairó (2005)

Actividad 3. Una vez construido el applet, sube el archivo a la plataforma en línea de GeoGebra (figura 2).



Figura 2. Plataforma educativa (en línea) de GeoGebra

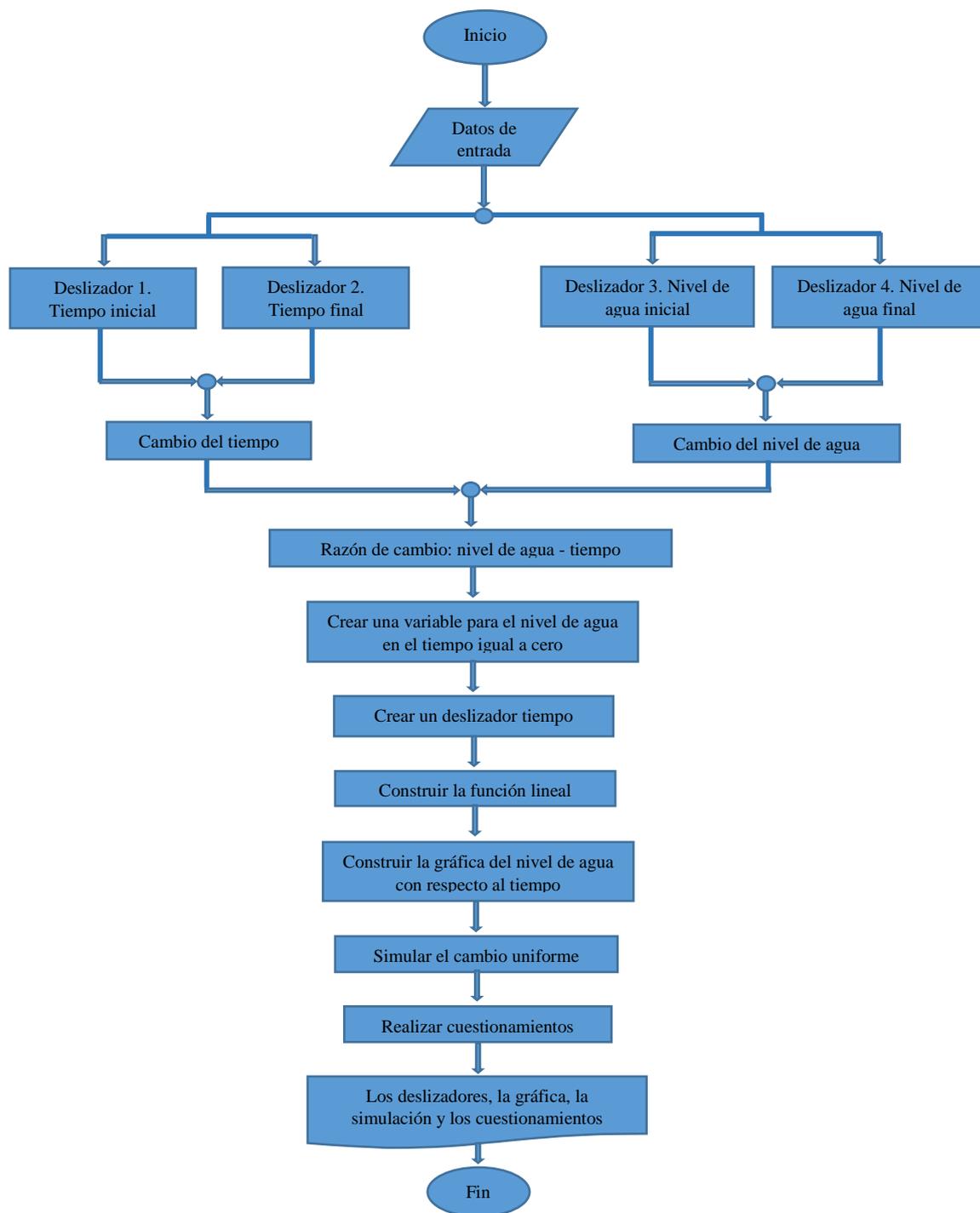


Diagrama 1. Diagrama de flujo para la simulación del cambio uniforme

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se obtuvieron directamente de los applets creados. Los participantes se llevaron un tiempo aproximado de 3 horas. Se tomó en cuenta que los alumnos ya tenían conocimientos previos del manejo de algunas herramientas de GeoGebra y en algunas ocasiones se diseñaron applets (en clases) que simulaban (sin hacer uso del diagrama de flujo): el tiro vertical, tiro parabólico y la caída libre. Los resultados se describirán para cada uno de los 4 participantes: J, H, T y V.

Al inicio del taller se colocó, en el pizarrón, cada figura del diagrama de flujo (ver figura 3) y se realizaron preguntas guiadas. Al inicio se dibujó una elipse (inicio del diagrama de flujo), después un romboide donde se les cuestionó sobre los datos de entrada, por lo que respondieron: altura del cilindro, el radio, la base, altura inicial del nivel de agua y los valores de la tabla del problema 4. Posteriormente se les indicó que construyeran la tabla de valores en la hoja de cálculo de GeoGebra, seguido de cuatro deslizadores: dos para el tiempo inicial y final y otros dos para la altura del nivel de agua inicial y final. Consecuentemente se calculó la razón de cambio (cambio del nivel de agua con respecto al tiempo) para construir el modelo lineal (función lineal) y la gráfica correspondiente. La simulación fue la parte final del diagrama de flujo para la formulación de cuestionamientos.

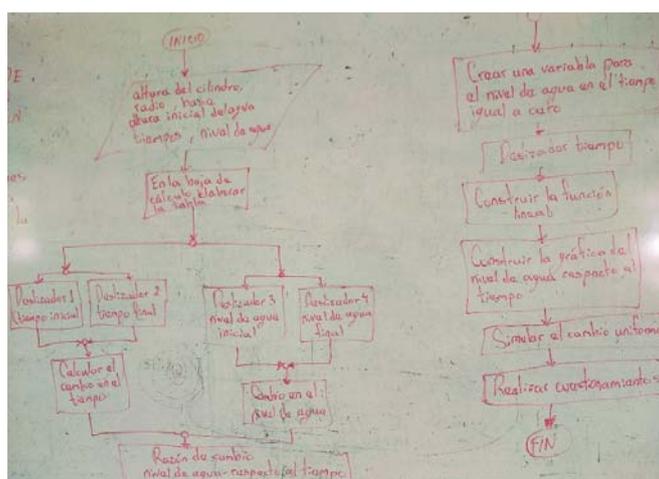


Figura 3. Diagrama de flujo creado en el pizarrón

En el diagrama de flujo creado en el pizarrón se plantearon los datos de entrada y los procedimientos a realizar, pero no se indicaron los datos de salida (objetos visibles en el applet). Esto generó la duda de lo que se iba a presentar en el applet, por lo que se hizo necesario indicar los objetos a visualizar para completar el proceso (figura 4).

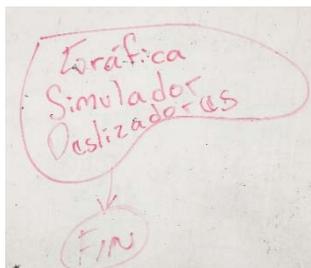


Figura 4. Datos de salida

Participante J

El participante J copia la tabla del problema 4 en la hoja de cálculo de GeoGebra. Coloca los dos deslizadores de tiempo de acuerdo con las celdas (A4 - A8) con incremento de dos, con el propósito de que tomen los cinco valores del tiempo. Así también coloca los dos deslizadores de nivel de agua de acuerdo con las celdas (B4 - B8) con incremento de dos, con el propósito de que tomen los cinco valores del nivel de agua. No calcula el cambio del tiempo ni tampoco el cambio del nivel de agua, por lo que no le fue posible determinar la razón de cambio. La función lineal lo coloca directamente en la barra de entrada, es decir, visualiza el nivel de agua inicial; con su calculadora encuentra el valor de la razón de cambio y crea un deslizador tiempo. Posteriormente realiza la gráfica y no puede simular el llenado del recipiente cilíndrico. También se observa que los cuatro deslizadores creados, el radio, la base y la altura del cilindro ya no se utilizaron en el proceso de programación, por lo que el diagrama de flujo quedó incompleto. El estudiante comprendió la secuencia del diagrama de flujo, pero el manejo de las herramientas de GeoGebra no le permitieron completar el applet (véase la

figura 5). Y, por lo tanto, no pudo simular el fenómeno ni realizar cuestionamientos sobre el cambio uniforme.

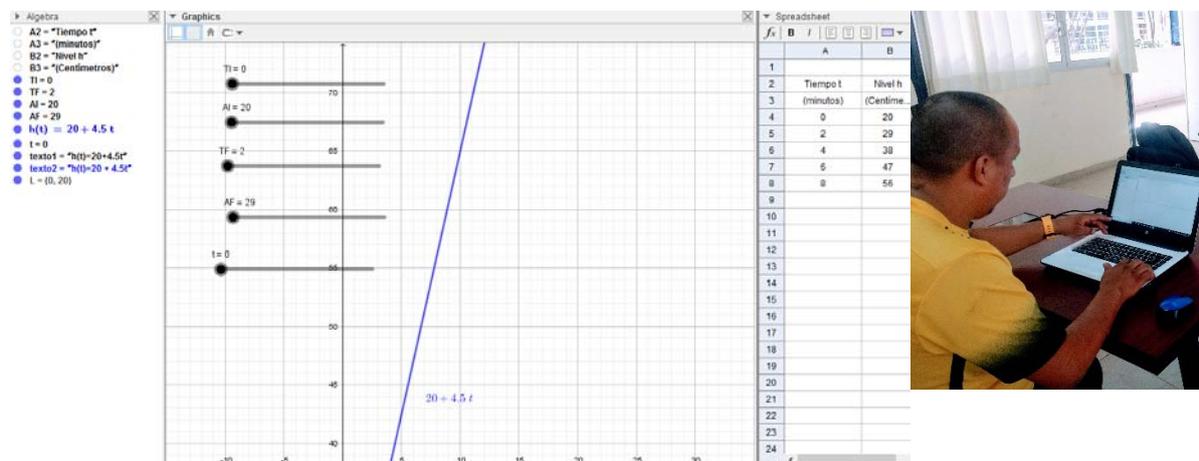


Figura 5. Applet creado por J (visualizar en: <https://www.geogebra.org/m/mvd5jdrz>)

Participante H

El participante H elabora la tabla del problema 4. Genera los dos deslizadores de tiempo (T_f y T_i) de acuerdo con las celdas (A1 - A5) y también los dos deslizadores de nivel de agua (N_f y N_i) de acuerdo con las celdas (B1 - B5). Todos los deslizadores con incremento de dos. Calcula el cambio de nivel de agua ($N_A = N_f - N_i$) y el cambio del tiempo ($T_t = T_f - T_i$);

consecuentemente la razón de cambio $\left(\frac{N_A}{T_t}\right)$. Realiza una conversión de centímetros a

metros ($45 \text{ cm} = 0.45 \text{ m}$) y coloca un punto en el sistema 3D: $A(0, 0.45, 0)$ a manera que el recipiente tenga el radio respectivo. Seguido coloca otro punto: $B(0, 0.45, 1.5)$ a manera que el recipiente tenga la altura respectiva. Genera dos circunferencias, una que pase por el punto A y otra por el punto B. Crea la variable de nivel de agua en el tiempo igual a cero (celda B1),

y retoma la razón de cambio N_A/T_t para la construcción de la función lineal: $f(x) = 20 +$

$\frac{9}{2}x$. Crea un punto C, el cual simula el llenado del recipiente (altura del nivel de agua). La

coordenada Z del punto C es el valor de la función. En el último proceso realiza algunas construcciones geométricas (rectas paralelas al eje Z) para una mejor visualización. El estudiante H realiza casi toda la secuencia de pasos del diagrama de flujo con la excepción de formular los cuestionamientos debido a que las herramientas: Button, Input Box y Check Box, no se utilizaron (véase figura 6).

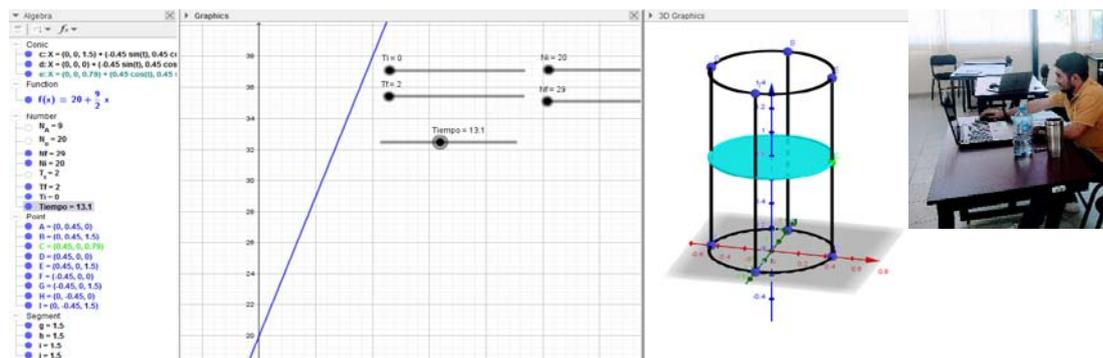


Figura 6. Applet creado por H (visualizar en: <https://www.geogebra.org/m/tekkkcc4>)

Participante T

La participante T elabora la tabla en la hoja de cálculo. Genera los dos deslizadores tiempo (T_f y T_i) con incremento de dos, en el valor min y max del primer deslizador coloca directamente los valores de la tabla, es decir, sin depender de las celdas. Así también, los deslizadores del nivel de agua (N_f y N_i). No calcula el cambio del tiempo ni el cambio en el nivel de agua, por lo que no puede determinar la razón de cambio (nivel de agua con respecto al tiempo). Crea una variable (H_0) y le asigna el valor del nivel de agua en el tiempo cero sin tomar en cuenta la celda. Crea un deslizador tiempo (t) y construye la función lineal colocando directamente el valor del nivel de agua en el tiempo cero y el valor de la razón de cambio, es decir, no considera la variable H_0 y el valor de la razón de cambio lo calcula realizando la operación en su calculadora, ya que no pudo calcularla en la zona de trabajo. Genera una variable para el radio y para la altura, pero no las utiliza. Crea un punto, pero no lo relaciona con el valor de la función lineal. La gráfica es creada directamente al colocar la función lineal. La estudiante no puede realizar la simulación y los objetos creados

(deslizadores, valores de la tabla y variables) no tienen relación. Y, por lo tanto, no puede realizar cuestionamientos sobre el cambio uniforme (véase figura 7).

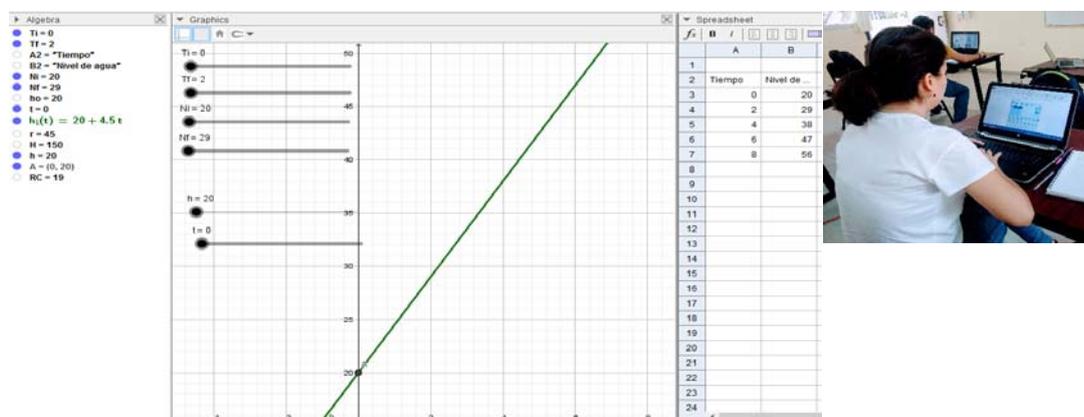


figura 7. Applet creado por T (visualizar en: <https://www.geogebra.org/m/mb9hwcyq>)

Participante V

El participante V elabora la tabla en la hoja de cálculo de acuerdo con los valores de problema 4. Genera los dos deslizadores tiempo (TI y TF) de acuerdo con los valores de las celdas. El deslizador TI toma los valores de B5 a B9 con incremento de dos y el otro deslizador toma los valores B5 + 2 a B9 a manera de que no sean iguales y se indefina la razón de cambio. Genera los otros dos deslizadores de la misma forma, pero ahora con las celdas (C5 - C9). No calcula el cambio del tiempo ni el cambio en el nivel de agua, por lo que no puede determinar la razón de cambio (nivel de agua con respecto al tiempo). Crea un deslizador tiempo (t) pero no lo utiliza para la función lineal, es decir, la función lineal la genera colocando directamente el valor de nivel de agua en el tiempo cero y el valor de la razón de cambio obtenida por sus compañeros. Coloca un punto B que no pertenece a la recta y un texto para indicar la función lineal. El estudiante no realiza la simulación por falta de comprensión de las herramientas y, por lo tanto, no puede realizar cuestionamientos sobre el cambio uniforme (véase figura 8).

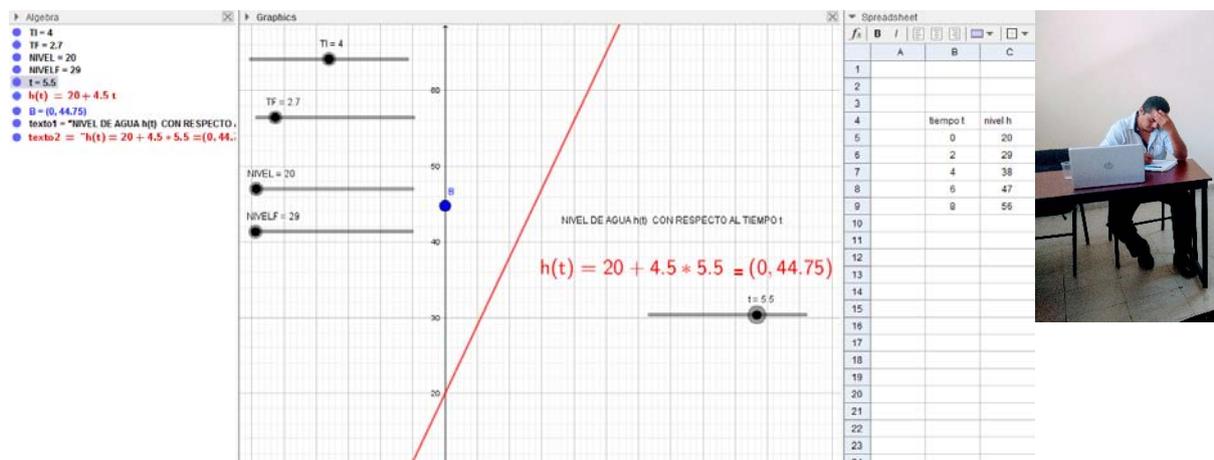


Figura 8. Applet creado por V (visualizar en: <https://www.geogebra.org/m/ksh9uz6g>)

7. COMENTARIOS FINALES

Las ventajas y desventajas identificadas en el uso del diagrama de flujo para la creación de applets enfocados al cambio uniforme se presentan a continuación:

Los cuatro estudiantes se encuentran inmersos en la tecnología digital con el uso de algunas aplicaciones de computadoras y celulares. Al enfocarse a la simulación y a la geometría dinámica tuvieron algunas complicaciones. Tres de los estudiantes se les complicó hacer la simulación del llenado del recipiente debido a que no pudieron hacer uso de las herramientas de GeoGebra para relacionar los objetos (deslizadores, celdas, modelo lineal y la gráfica), el deficiente uso de las herramientas fue una desventaja para el seguimiento del diagrama de flujo. El diagrama de flujo les permitió enfocarse en el problema al identificar los datos de entrada, el proceso y los datos de salida, es decir, fue una guía para la creación del applet; si en algún momento se generaban dudas del procedimiento revisaban el diagrama de flujo. Es por ello que el diagrama tiene las ventajas de ser una guía y un recurso de retroalimentación.

Los objetos geométricos y numéricos deben de estar relacionados entre sí, es decir, al cambiar un objeto necesariamente debe de haber un cambio en los otros (un objeto depende

de otro). Solo uno de los estudiantes pudo completar el applet hasta llegar a la simulación, por lo que tuvo la ventaja de comprender el cambio uniforme del llenado de un cilindro, lo que le permitió relacionar los objetos geométricos y numéricos con objetos de la realidad; comprendió que la función lineal modela el cambio uniforme y la gráfica es una recta que representa el cambio constante, por lo que pudo desarrollar algunas habilidades digitales al representar objetos concretos en objetos digitales. Una ventaja del uso del diagrama de flujo es el seguimiento de instrucciones (programación) que debe realizar la computadora para la simulación del cambio uniforme, lo que permite la comprensión de la variación y el cambio.

El diseño del diagrama de flujo de forma cualitativa da una serie de pasos a seguir, pero de manera flexible, es decir, en el proceso de programación se pueden crear diversas variables, establecer parámetros o modificar datos de acuerdo con los intereses del usuario o de las condiciones del problema. El diseño no depende, específicamente, del cambio uniforme, sino que se puede enfocar al estudio de diversos tópicos matemáticos. Una de las ventajas al trabajar con GeoGebra es que ya cuenta con herramientas de geometría dinámica, lo que permite realizar simulaciones con el seguimiento del diagrama de flujo. La programación se puede abordar de diversas maneras para la construcción de los applets.

Todos los applets fueron subidos a la plataforma en línea de GeoGebra, pero no se presentaron a estudiantes de nivel medio superior para la interacción con la simulación. Cabe señalar que solo un alumno simuló el cambio uniforme. Los resultados de la interacción con el applet quedan para futuras investigaciones. Estas investigaciones se pueden enfocar a la problemática planteada sobre las actividades que realizan los estudiantes fuera del salón de clases para retroalimentar sus conocimientos. Así también buscar nuevas estrategias de enseñanza - aprendizaje para favorecer la creación de applets, ya que en este caso no completaron la simulación debido al deficiente uso de las herramientas propias de GeoGebra.

El cambio uniforme se consideró como un tema empleado para la elaboración del applet por medio del modelo lineal, ya que éste permite la simulación del llenado de recipientes donde la razón de cambio (nivel de agua con respecto al tiempo) se considera constante. La comprensión del llenado de recipientes se consideró un reto para el diseño del

applet, ya que fue necesario identificar la variación y el cambio de las variables (nivel de agua con respecto al tiempo) para la simulación. Si no se identifica la variación y el cambio no es posible elegir la herramienta necesaria para simular el fenómeno por lo que el applet queda incompleto.

En la investigación se identificaron dos desventajas principales: el uso de las herramientas de GeoGebra y la comprensión del fenómeno lo que provocó que tres de los estudiantes no completaran el applet. El diagrama de flujo se consideró un recurso didáctico para la creación del applet, ya que se tuvo la ventaja de ser una guía y un recurso de retroalimentación. Todos los estudiantes interpretaron el diagrama de flujo (datos de entrada, procesos y datos de salida) pero por las desventajas antes mencionadas solo uno pudo concretar el applet. Entonces, para la creación del applet se requiere la interpretación del diagrama de flujo, el buen uso de las herramientas de GeoGebra y la comprensión del fenómeno a estudiar.

8. REFERENCIAS

- Alejandre, Z. (2012). *Informática 2*. México: ST Editorial.
- Barrera, L. (2013). Algoritmos y programación para la enseñanza y aprendizaje de la matemática escolar. En Bermúdez, G. (Eds). *Actas del VII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática* (pp. 6680 – 6687). Montevideo: Sociedad de Educación Matemática Uruguay. Recuperado de: <http://cibem.semur.edu.uy/7/actas/pdfs/863.pdf>
- Batanero, C., Gea, M., Roa, R., Arteaga, P., y Cañadas, G. (2016). Interpretando la correlación. En Mariscal, E. (Eds). *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 29* (pp. 660 – 667). México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. Recuperado de: <http://clame.org.mx/uploads/actas/alme29.pdf>
- Cairó, O. (2005). *Metodología de la programación: algoritmos, diagramas de flujo y programas*. México: Alfaomega.
- Di Blasi, M., y Segura, S. (2013). Experimentación, simulación y modelización. En Bermúdez, G. (Eds). *Actas del VII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática* (pp. 6680 – 6687). Montevideo: Sociedad de Educación Matemática Uruguay.
- GeoGebra. (2018). *¿Qué es GeoGebra?* Recuperado el 15 de febrero de 2019 de <https://www.geogebra.org/about>

- Hernández, H. (2006). *Una visión socioepistemológica de la matematización del movimiento: del binomio de Newton a la serie de Taylor* (Tesis de maestría no publicada). Universidad Autónoma de Chiapas, México.
- Hinojos, J., Torres, D., Trujillo, E., Arana, R., Peralta, J., y Cuevas, O. (2016). Desarrollo de applets para la conceptualización de la integral definida. *Investigación e Innovación en Matemática Educativa*, 1 (1), 562 - 568. Recuperado de: http://red-cimates.org.mx/IIME/IIME_V1N1_2016.PDF
- Huerta, M., Scholz, O., y Martínez, S. (2016). Indicios de prueba matemática surgidos mediante el uso de Geogebra. *Investigación e Innovación en Matemática Educativa*, 1 (1), 16 - 23. Recuperado de: http://red-cimates.org.mx/IIME/IIME_V1N1_2016.PDF
- Jiménez, J. y Jiménez, S. (2017). GeoGebra, una propuesta para innovar el proceso de enseñanza - aprendizaje en matemáticas. *Revista Electrónica sobre Tecnología, Educación y Sociedad*, 4 (7), 1-17. Recuperado de: <http://www.ctes.org.mx/index.php/ctes/article/view/654/736>
- Philippe, R. (2011). La interacción con applets Java para el aprendizaje de las matemáticas. *UNO Revista de Didáctica de las matemáticas*, 58, 8 - 24. Recuperado de: [http://turing.scedu.umontreal.ca/documents/Uno-58-2011%20\(publicado\).pdf](http://turing.scedu.umontreal.ca/documents/Uno-58-2011%20(publicado).pdf)
- Pimienta, J. (2012). *Estrategias de enseñanza - aprendizaje: docencia universitaria basada en competencias*. México: Pearson.
- Rubio, S. (2018). *Integración digital a la práctica del docente de geometría* (Tesis de maestría no publicada). Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México.
- Salinas, N., Alanís, J., Garza, J., Pulido, R., Santos, F., y Escobedo, C. (2012). *Cálculo aplicado: competencias matemáticas a través de contextos. Tomo I*. México: Cengage Learning.
- Toribio, M., y Trinidad, J. (2018). La trayectoria como modelo del movimiento armónico simple. En Serna, L., y Páges, D. (Eds). *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 31(1)* (pp. 970 - 976). México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. Recuperado de: https://clame.org.mx/uploads/actas/alme31_1.pdf
- Zúñiga, F. (2018). Distancia entre dos puntos con métodos de programación para el desarrollo de competencias. *Investigación e Innovación en Matemática Educativa* 3(1), 59 - 79. Recuperado de: <http://revistaiime.org/index.php/IIME/article/view/3/14>