

Uso del GeoGebra, el simulador PhET y el Tracker como herramientas didácticas para enseñar cinemática a estudiantes sordos

César Camilo Henao
Universidad del Tolima
cchenaos@ut.edu.co

José Herman Muñoz
Universidad del Tolima
jhmunoz@ut.edu.co

Oneida Muñoz
Universidad del Tolima
onemunu@gmail.com

Línea temática: Didáctica de las Ciencias Naturales en la Educación Superior

Modalidad: 2 (oral)

Resumen

En este trabajo se analiza la experiencia con dos estudiantes sordos en el curso de Física Fundamental, en la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental –modalidad a distancia- de la Universidad del Tolima. Se encontraron dificultades matemáticas, tecnológicas, conceptuales y de comunicación en estos estudiantes, que afectan el proceso de enseñanza-aprendizaje. Con el objetivo de estimular y reforzar el aprendizaje, se les dieron asesorías utilizando como herramienta didáctica programas informáticos gratuitos como el *GeoGebra* para vectores, el simulador *PhET* y el analizador de videos *Tracker* para los conceptos de desplazamiento, velocidad, aceleración, movimientos uniforme y uniformemente acelerado, aplicados a caída libre y movimiento parabólico.

Palabras clave: población sorda, herramientas informáticas, cinemática, lengua de señas colombiana.

Objetivos

- Analizar el impacto de algunas Tecnologías de Aprendizaje y Conocimiento (TAC's) como GeoGebra, simulador PhET y Tracker, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la cinemática en personas sordas.
- Identificar y clasificar las dificultades que tienen los estudiantes sordos y que afectan el proceso de enseñanza-aprendizaje de la cinemática a nivel universitario.

Marco Teórico

Marco legal colombiano: A continuación se presenta una recopilación de normas colombianas importantes sobre educación de población sorda:

Constitución Política de 1991, artículos 67 y 68; Ley 115 de 1994(ley general de educación), artículos 46 y 48; Ley 324 de 1996; Ley 361 de 1997, artículo 10; Decreto 2369 de 1997, artículos 10, 18 y 21. Esta norma reglamentó la Ley 324 de 1996; Ley 982 de 2005, artículo 10; Ley 1145 de 2007; Ley 1618 de 2013(estatutaria); Decreto 1421 de 2017. Estas normas garantizan el pleno ejercicio de los derechos de los sordos: por ejemplo, el reconocimiento de la lengua de señas como idioma propio de la comunidad sorda, el servicio de interpretación a los educandos sordos y que las instituciones de educación superior destinen recursos que faciliten su acceso y permanencia.

Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC's): La implementación de las TIC's con enfoque pedagógico adecuado, de bajo costo o gratuitas, en la enseñanza de las ciencias naturales es un recurso útil que brinda la posibilidad de mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje y la generación de un pensamiento crítico (Calderón, Muñoz & Rivera, 2018) ya que da la posibilidad de abordar las temáticas desde una perspectiva diferente a las tradicionales. A partir de las TIC's se generan las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC's), empleadas como herramientas didácticas en educación. En este trabajo se utilizarán las siguientes TAC's gratuitas: (1) *Simulador PhET* (diseñado en la Universidad de Colorado. Contiene simulaciones interactivas para física, biología, química y matemáticas); (2) *Tracker* (permite analizar el movimiento de un cuerpo, registrado en un video, obteniendo magnitudes físicas como posición, velocidad y aceleración); (3) *GeoGebra* (software matemático dinámico).

Antecedentes: Se hizo una revisión bibliográfica específica, relacionada con la enseñanza de la física en población sorda. Algunas de estas referencias son: Cortés (2016) diseñó una unidad didáctica digital en plataforma CourseSites de Blackboard para cinemática. Una herramienta utilizada en este trabajo fue el PhET; Fajardo (2016) usó una estrategia didáctica para principios de acústica; sobre las leyes de Newton trabajaron Cozendey, Costa & Pessanha (2013), Cozendey, Ramos & Resende (2013) y Flórez & Marín (2014); Batista, Pires & Fernandes (2011) sobre termodinámica y Alves (2016) sobre magnetismo. Por otra parte, Valderrama (2016) analizó las señas utilizadas para explicar caída libre en lengua de señas colombiana. Batista (2013) estudió el papel del intérprete en clases de física, y González (2013, 2015) y Sánchez & Perico (2017) estudiaron la inclusión en estas. La mayoría de estas referencias trabajaron con estudiantes de colegios, encontrándose que, a nivel universitario, son pocos los trabajos realizados.

La presente investigación es importante porque contribuye a la implementación de estrategias didácticas con herramientas computacionales en la enseñanza de la física a población sorda en la Universidad del Tolima, conducente a ofrecer una educación inclusiva que favorezca el acceso y permanencia de los estudiantes tal como se plantea en el Decreto 1421 de 2017.

Metodología

Esta investigación se desarrolló durante el semestre 2019B en la asignatura Física Fundamental de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, modalidad a distancia, de quinto semestre, en la Universidad del Tolima, en Ibagué – Colombia. El curso tenía 41 estudiantes, de los cuales dos eran sordos. Se estudiaron temas como vectores, desplazamiento, velocidad y aceleración, movimientos uniforme y uniformemente acelerado, enfatizando en caída libre y movimiento parabólico, y leyes de Newton.

Los cursos de la modalidad a distancia en la Universidad del Tolima se desarrollan de la siguiente manera: Un encuentro presencial, de dos horas, entre profesor y estudiantes para aprobar el *Acuerdo Pedagógico* relacionado con la programación de la asignatura. Los estudiantes conforman Círculos de Interacción y Participación Académica y Social (*CIPAS*) para presentar actividades; la temática se desarrolla en cinco *tutorías* presenciales entre profesor y estudiantes, de tres horas cada una, cada quince días, en las cuales se evalúa el 60%; un encuentro presencial entre profesor y estudiantes, denominado *Convocatoria I*, para evaluar el 40%; Finalmente, si el estudiante pierde el curso puede presentar, a los quince días, otra evaluación –presencial-, llamada *Convocatoria II*. La calificación de esta evaluación se promedia con la nota previa.

Como se mencionó previamente, en el curso había dos estudiantes sordos. En todos los encuentros (*Acuerdo pedagógico*, *tutorías*, *convocatorias*, *exposiciones* y *asesorías*) se contó con dos intérpretes de Lengua de Señas Colombiana, contratados por la Universidad: uno psicólogo y otro Licenciado en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Ellos eran el medio de comunicación entre profesor y estudiantes sordos. Al iniciar el curso se hizo una reunión entre profesor, intérpretes y los dos estudiantes para definir la dinámica que se llevaría en el aula considerando que a los encuentros asistirían 39 estudiantes oyentes. Se acordó que los educandos sordos y los intérpretes se ubicaran en la parte delantera del salón y que los dos estudiantes sordos conformaran el mismo *CIPA*.

Al profesor de la asignatura lo acompañó como monitor e investigador, en todos los encuentros, un estudiante de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, modalidad presencial, de la misma Universidad, de séptimo semestre. Él fungía como observador del proceso de aprendizaje de los educandos sordos, elaboraba un diario de campo con los hechos sobresalientes y reforzaba, en algunos casos, explicaciones del profesor. Estos se analizaban con el profesor y con una docente de física de la Institución Educativa Niño Jesús de Praga de Ibagué, el cual cuenta con un programa de inclusión educativa para población sorda.

El curso se desarrolló a partir de guías, elaboradas por el profesor, para cada *tutoría*. Este material contenía tópicos matemáticos requeridos, los conceptos más importantes resaltados a través de un código de colores, actividades, ejemplos, ejercicios propuestos y videos o páginas web para reforzar los temas estudiados. Las guías se elaboraron a partir del libro *Física para ciencias e ingeniería* de R. A. Serway y J. W. Jewett. Los estudiantes las conocían antes de cada *tutoría* y también tenían acceso al libro digital.

Como herramienta didáctica se utilizaron el *GeoGebra* para vectores, el *PhET* y el *Tracker* para desplazamiento, velocidad, aceleración, movimientos uniforme y uniformemente acelerado, aplicados a caída libre y movimiento parabólico. Estos paquetes son recursos didácticos que estimulan el aprendizaje de la física porque permiten la exploración visual y la experimentación. Los estudiantes debían presentar exposiciones por *CIPAS* utilizando estas herramientas.

Teniendo en cuenta que los estudiantes sordos son visuales y kinésicos en su proceso de aprendizaje, se enfatizó en el uso de las herramientas informáticas mencionadas para estimular y reforzar el aprendizaje sobre vectores, caída libre y movimiento parabólico. Se les brindó seis asesorías utilizando estos recursos. Posteriormente, ellos presentaron exposiciones, en espacios

diferentes a las tutorías, utilizando el *Geogebra*, el *PhET* y el *Tracker*. Al final del semestre, los dos estudiantes hicieron una evaluación, escrita y en lengua de señas, sobre el uso de estas herramientas tecnológicas.

De acuerdo a lo descrito previamente, este trabajo se desarrolló mediante una investigación cualitativa, tipo intervención, a partir de la observación participante y el análisis de lo acontecido cada vez que se interactuaba con los estudiantes sordos, con el apoyo de los intérpretes. Se analizó la interacción entre los dos estudiantes y de ellos con los intérpretes y el monitor.

Resultados

Se encontraron las siguientes dificultades -tecnológicas, matemáticas, conceptuales y de comunicación- que afectaron el proceso de enseñanza-aprendizaje de la cinemática en los estudiantes sordos:

- En la interpretación de signos convencionales que aparecen en la calculadora o en el *Tracker* para indicar operaciones algebraicas como * para multiplicación, ^ para potenciación, E-2 para 10^{-2} ; también confunden comas por puntos. Por ejemplo, el resultado 7,347.6 obtenido en la calculadora fue interpretado como 7,347.
- Con la jerarquía de las operaciones ya que no utilizan paréntesis: la operación $\sqrt{(2^2 + 3^2)}$, para hallar la magnitud de un vector, fue escrita en la calculadora como $\sqrt{2^2} + 3^2$.
- Con los conceptos de operaciones matemáticas como potencias con exponentes positivos y negativos. Por ejemplo, 2^3 les da 6, cuando lo correcto es 8, y, 10^{-2} lo resuelven como 0,02. También con el uso de funciones trigonométricas y sus inversas, y las representaciones matemáticas de relaciones lineales.
- Con la formación matemática o física de los intérpretes y con la limitación en la lengua de señas para encontrar equivalentes con el lenguaje científico. Por ejemplo, al analizar la gráfica de posición en función del tiempo en un movimiento uniformemente acelerado, un estudiante sordo hizo una seña similar a una parábola (lo cual es correcto), sin embargo, el intérprete dijo que la gráfica correspondía a una “curva”, afirmación que es general. Posteriormente, el estudiante especificó, deletreando con señas, la palabra parábola.

Se evidenció autonomía e independencia en los estudiantes sordos en la instalación y manipulación de las herramientas informáticas utilizadas. Teniendo en cuenta que el aprendizaje de los sordos es visual, el uso de colores en estos paquetes es una ventaja porque facilita visualizar las componentes de un vector, diferenciar el vector velocidad del vector aceleración en la trayectoria de un tiro parabólico, verificar que la aceleración con la cual cae un cuerpo cerca de la superficie terrestre es, aproximadamente, constante, e identificar las variables en la expresión matemática de una representación lineal. Esto permitió la comprensión de movimiento uniforme al graficar posición en función del tiempo y del movimiento uniformemente acelerado al graficar velocidad en función del tiempo, ya que estas relaciones son lineales.

Frente a la pregunta ¿Cuál es la importancia que usted le ve al simulador PhET y al Tracker? Uno de los estudiantes sordos respondió: “*Es bastante importante, claro, porque así como el Tracker nos ayuda a utilizar las fórmulas, el PhET mediante cualquier dato que suministre el docente, el estudiante empieza a modificar, por ejemplo, velocidad, distancia o aceleración y va viendo esos*”

conceptos de manera concreta en la gráfica del PhET y se va apropiando de esos diferentes conceptos. Es de bastante ayuda para identificar conceptos de movimiento acelerado o movimiento uniforme, uno mismo usando el PhET mediante las fórmulas va encontrando esos conceptos y el Tracker también permite modificar datos para hallar el resultado”. Esta respuesta expresa el reconocimiento al PhET y al Tracker en la enseñanza de la cinemática a personas sordas, ya que el estudiante interactúa con los movimientos de los cuerpos, de forma didáctica, reforzando y corroborando los conceptos estudiados en las tutorías.

Conclusiones

Mediante el uso del GeoGebra, el PhET y el Tracker se dio apoyo didáctico a dos estudiantes sordos, en el curso de Física Fundamental de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental –modalidad a distancia- de la Universidad del Tolima. Estas herramientas informáticas permiten la exploración visual y la experimentación (o su simulación) facilitando el aprendizaje de conceptos básicos de la cinemática en este tipo de población ya que, por una parte, permiten el uso pedagógico del color y, por otra, dan la posibilidad al estudiante de asumir un papel activo desde la generación y edición del movimiento que va a estudiar hasta la manipulación e interpretación de las variables, sumado al hecho de que el aprendizaje de ellos es visual y kinésico.

Como recomendación planteamos que es conveniente hacer una reunión entre profesor, monitor e intérpretes, antes de cada tutoría, para explicar las guías e identificar aquellos conceptos en los cuales se podría presentar mayor dificultad y diseñar estrategias de enseñanza para superarlas.

Referencias Bibliográficas

- Alves, F. (2016). *A produção de sinais em Libras sobre os conceitos relacionados ao tema magnetismo a partir de um conjunto de situações experimentais* (Tesis doctoral). Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Batista, T. J. (2013). *Uma Investigação Sobre O Papel Do Interlocutor De Libras Como Mediador Em Aulas De Física Para Alunos Com Deficiência Auditiva* (Tesis de maestría). Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Bauru, Brasil.
- Batista, T., Pires, E., & Fernandes, D. (2011) Ensino de conceitos de termodinâmica para alunos com deficiência auditiva: processo inicial de investigação. XIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Brasil.
- Calderón, G., Muñoz, J. H. & Rivera, J. Y. (2018). Dispositivo para medir tiempo y temperatura usando un microcontrolador. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 40 (2), 2402-2411.
- Cambuhy, J. O. (2013). *Ensino de física com as mãos: libras, bilingüismo e inclusão* (Tesis de maestría). Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Cortés, M. C. (2016). *UDD: Cinemática del Movimiento Rectilíneo para Sordos* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

- Cozendey, S., Costa, M., & Pessanha, M. (2013). Ensino de física e educação inclusiva: o ensino da primeira lei de Newton. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, 8, 323-337.
- Cozendey, S., Ramos, M., & Resende, M. (2013). Videos didáticos bilingües no ensino de leis de Newton. *Revista Brasileira de Ensino de Física – V(35)*. pp 1-7
- Fajardo, M. (2016). *Estrategia Didáctica para Enseñar los Principios de La Acústica a Estudiantes con Limitaciones Auditivas, Usando un Conversor Acusto-Óptico* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Valledupar, Colombia.
- Flórez, C., & Marín, C. (2014). *Estrategias de Enseñanza de las Leyes de Newton con un Enfoque Visual y Kinestésico* (Tesis de pregrado). Universidad de Antioquía, Medellín, Colombia.
- González, L. (2013) *La clase de física en las aulas de inclusión donde participan sordos: una mirada desde sus actores* (Tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.
- González, L (2015), La clase de física en aulas de inclusión donde participan sordos: Una mirada desde sus actores, *Lat. Am. J. Sci. Educ.*, 2, 12016, 1-14.
- Sánchez, R., & Perico, E. F. (2017). *Elaboración de un Módulo para la Clase de Física en Aulas Inclusivas en las que participan Estudiantes Sordos* (Tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.
- Valderrama, O. S. (2016). *Análisis de las Señas Utilizadas para la Explicación del Fenómeno de Caída Libre en Lengua de Señas Colombiana por Estudiantes con Discapacidad auditiva* (Tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia