

**CONTEXTO VIRTUAL DINÁMICO PARA EL APRENDIZAJE DE UN CONCEPTO
FUNDAMENTAL DE LA FÍSICA: LA DISTANCIA ENTRE DOS OBJETOS EN MOVIMIENTO
SIMULTÁNEO**

JUAN ESTRADA MEDINA, ENRIQUE ARENAS SÁNCHEZ

El trabajo documenta las formas explicativas, verbales, gestuales y representacionales que emergieron cuando alumnos de Ingeniería interactuaron con un ambiente virtual dinámico que muestra el movimiento sincrónico de dos objetos. Las explicaciones de cómo cambiaba la distancia entre dichos objetos y los procesos para trazar las gráficas de distancia y posiciones, mostraron que la pareja generó sus propias formas explicativas diferentes a las utilizadas por un experto.

Introducción

La pregunta central que se aborda en esta investigación es: ¿Qué formas explicativas, verbales, representacionales y gestuales generan los alumnos para dar significado a la distancia entre dos objetos que se mueven sincrónicamente en un ambiente virtual? El presente estudio documenta los procesos, explicaciones, verbalizaciones y gestos de una pareja de estudiantes de Ingeniería que fueron expuestos a un ambiente virtual que simula el movimiento de dos objetos. Las actividades que trabajaron los alumnos involucran los conceptos de distancia relativa y cambio de posiciones de dos objetos. Un aspecto importante en la investigación fue ponerle atención al proceso de cómo los alumnos relacionaban la distancia con el cambio de posición de dos objetos y sus representaciones gráficas. Los resultados más notorios revelan que la pareja generó sus propias formas explicativas que difieren significativamente de las que muestra un experto en este mismo ambiente, no obstante, las actividades fueron resueltas aceptablemente por los estudiantes.

Marco conceptual

Una cuestión importante que se discute en la comunidad de educación matemática, es entender los procesos o formas explicativas idiosincrásicas o representacionales que generan los alumnos cuando acometen un tarea en un escenario de lápiz y papel, virtual o utilizando herramientas tecnológicas (ej., CBR, *motion detector*). Una orientación teórica son los trabajos de Nemirovsky, et al (1998), Noble, et al (2001) y otra la es de

Sherin (2000) , diSessa y Sherin (2000). Nuestro trabajo sigue la aproximación de Nemirovsky, et al. Para analizar este tipo de procesos exhibidos por los alumnos, particularmente, nos apoyamos en los conceptos de *fusión*, espacios gráficos, ambientes múltiples matemáticos. Sobre la noción de fusión, Nemirovsky señala: “explora sus formas emergentes de hablar, actuar y gestual que no distingue entre símbolos y referentes”. Los ambientes múltiples (materiales manipulativos, tablas numéricas o software) proporcionan oportunidades para que los alumnos desarrollen ideas matemáticas. El presente trabajo diseñó un ambiente virtual dinámico para favorecer el aprendizaje del concepto de distancia relativa entre dos objetos que se mueven sincrónicamente en dicho ambiente. Con el propósito de guiar la investigación se plantearon las siguientes preguntas: a) ¿A qué nivel el ambiente virtual promueve el entendimiento de las relaciones entre el concepto de distancia y el cambio de posiciones de dos objetos en movimiento?, b)¿Qué tipo de formas explicativas, verbalizaciones y comportamientos gestuales emergen en los alumnos cuando interaccionan con las actividades en el escenario virtual?, y c)¿Qué procesos o dificultades o acercamientos muestran los alumnos en la resolución de tareas en este tipo de contextos virtuales?

Metodología

La investigación fue un estudio de caso. Se seleccionó una pareja de estudiantes de primer semestre de Ingeniería de una Universidad Pública que habían cursado la asignatura de Cálculo Diferencial. Se filmaron mientras trabajaban con las actividades desde dos ángulos: uno de frente, que permitió observar los aspectos del habla, explicaciones, gestos y ademanes que apoyaban el entendimiento de la situación o de los conceptos involucrados; el segundo ángulo, enfocaba el movimiento sus manos o cuando escribían o trazaban las gráficas. Esta vista nos ayudó a observar en particular, los intentos o acercamientos para elaborar las gráficas pedidas en las actividades. La experimentación se realizó en sola sesión de 2 hrs. Los investigadores no intervinieron durante las sesión, excepto en puntos clave que ameritaban una mayor explicación o precisión de las respuestas dadas por la pareja. A continuación se hace una somera descripción de las características principales del ambiente virtual (software, ver figura 1). El programa *simula* el movimiento de dos objetos, María y Pedro, que denotaremos con las letras M y P respectivamente.

En la pantalla M y P están colocados en las posiciones 6 y 10 sobre una línea horizontal, la cual marca las posiciones del cero a diez. Debajo de esta aparecen dos barras de *control* con las cuales se pueden manipular los movimientos de M o P. Hay 14 programas ejecutables y cada uno muestra un movimiento con características diferentes entre M y P. Para *correr* un programa, primero se selecciona. Por ejemplo, el **PROGR006** y se hace clic en **PROGRAMADO**, entonces M y P empiezan a moverse de cierta manera, estos movimientos van generando dinámicamente tres gráficas en dos ventanas cuadradas: la que representa la variación de la distancia entre M y P, y las gráficas de posiciones de M y P, la línea de M aparece en color rojo y la de P en azul. Los movimientos que despliegan los programas son del siguiente tipo: a) P permanece siempre quieto y M se mueve solo a un lado de P (derecha o izquierda de P, pero no lo rebasa), b) P se mantiene siempre quieto y M se mueve pasando de un lado a otro de P, c) M y P se mueven alternadamente: primero lo hace M, pero P permanece quieto durante un lapso, después M se detiene y P empieza a moverse y así, sucesivamente, y d) M y P se mueven sincrónicamente, por ejemplo, ambos empiezan acercarse hasta coincidir en la misma posición durante un periodo, luego se alejan y de nuevo vuelven acercarse hasta coincidir otra vez durante un lapso, para separarse de nuevo. La pantalla ilustra este movimiento. Con base en esta clasificación, se elaboraron ocho actividades escritas con las cuales los alumnos interaccionaron con el ambiente. Es importante señalar que en cada actividad, los alumnos corrían un programa el cual sólo mostraba el movimiento de M y P, la tarea de los pupilos fue hacer una descripción verbal de los movimientos, cómo cambiaba la distancia y finalmente, bosquejar tres gráficas: distancia, y posiciones de M y P. Además responder una serie de preguntas específicas. Al término de la tarea, la pareja corría un programa, el cual mostraba dichas gráficas, así podían compararlas con las que ellos trazaron. Esto les ayudó a retroalimentar su proceso de aprendizaje. En el apartado de resultados se presentan algunas actividades. Es importante mencionar que en las seis primeras actividades los pupilos podían correr los programas las veces que quisieran, excepto en las dos últimas, donde sólo se les permitió correr el programa una sola ocasión. Por tanto, solo tienen oportunidad de ver una vez los movimientos de M y P, además aparecen dos gráficas: distancia que incluye valores negativos y la gráfica de posición de P o de M. La tarea fue bosquejar la gráfica de posición de M o de P. El programa y las actividades fueron piloteados. La pareja tuvo un periodo de familiarización con el programa.

Discusión y Resultados

El análisis de los comportamientos de la pareja de estudiantes, se basó en la clasificación de los movimientos descritos anteriormente. A manera de ilustración se presentan la discusión de dos actividades representativas del trabajo de la pareja

Primer tipo: P permanece siempre quieto y M se mueve solo a un lado de P. En esta fase, los estudiante identifican las características relevantes del ambiente, por ejemplo, notar los cambios en la distancia con relación a los movimientos de M y P (ej., “disminuyó su posición y su distancia”, alumno B). Para describir los movimientos de M, los alumnos utilizaron los vocablos, “bajar”, “subir”. Alumno A: “la posición de M era como de cuatro hasta cuatro...va bajando, bajando hasta que vuelve a subir” o “del segundo dos va hacia abajo y luego volvió a subir”. En estas actividades iniciales, los alumnos trazaron aceptablemente las gráficas (figura 2)

Segundo tipo: P se mantiene siempre quieto y M se mueve pasando de un lado a otro de P. Aquí los alumnos corren un programa el cual solo presenta el movimiento de M que se traslada de un lado a otro de P. La tarea de los alumnos es bosquejar tres gráficas: distancia y las posiciones de M y P. Y responder una serie de preguntas. La pareja traza correctamente las tres gráficas (figura 3)

Una vez terminada esta tarea, la pareja corre un programa, el cual muestra las tres gráficas, pero la gráfica de distancia está en valor absoluto. Con base en esta gráfica, se les pregunta: ¿cómo interpretan el hecho de que la línea de posición de M (roja) pasa de estar debajo de la de P (azul) a estar arriba de esta? Responde B: “pues, que pasa del lado izquierdo de P”. Estos referentes serán asociados con el signo negativo y positivo respectivamente. Lo que les ocasionará un conflicto mas adelante en actividades que ya no pueden examinarse con base en estos referentes.

Conclusiones

Un aspecto que llamó la atención en las formas explicativas de los alumnos, fue la dificultad de definir o establecer una referencia que les permitiera analizar los movimientos de M y P y su relación con distancias negativas. Los referentes utilizados los cambiaban según la circunstancia, por ejemplo, al inicio del proceso, los referentes usados fueron, “va bajando y vuelve a subir” (M) o “el lado izquierdo o derecho de P” y “avanzó hacia la derecha de nosotros”, pero al asociar estos referentes con distancias con signo (“lo positivo es que está a la derecha de P”) emergieron dilemas ya antes señalados, no obstante, estos fueron remontados por la interacción con las actividades.

En esta fase de la investigación las actividades involucraron líneas rectas, en la siguiente etapa serán consideradas líneas curvas, sin embargo, las evidencias presentadas muestran que el ambiente virtual tiene potencial para favorecer el aprendizaje de los estudiantes

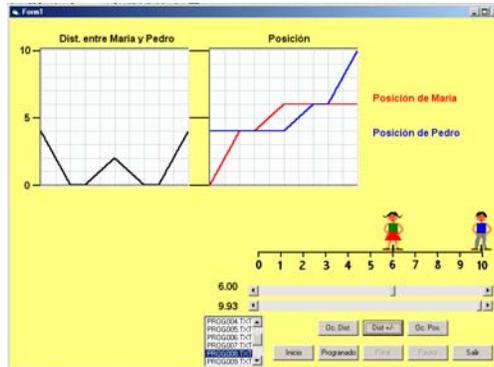


Figura 1

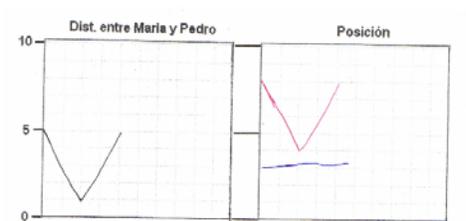


Figura 2

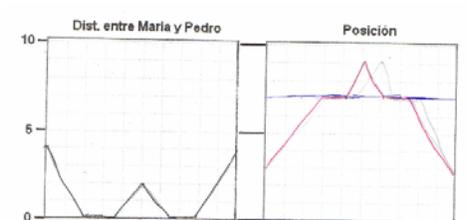


Figura 3

Referencias

- diSessa, A. and Sherin, B. (2000). Meta-representation: An introduction. *Journal of Mathematical Behavior*, 19, 385-398
- Nemirosky, R., Tierney, C., and Wright, T. (1998). Body Motion and Graphing. *Cognition and Instruction*, 16(2), 119-172. LEA

- Noble,T., Nemirosky, R., Wright,T. and Tierney, C. (2001). Experiencing change:
The mathematics of change in multiple environments. Vol. 32, No.1, 85-108.
- Sherin, B.(2000). How students invent representations of motion: A genetic account.
Journal of Mathematical Behavior. 19, 399-441.