

Software tipo *e-learning* de Dinámica basado en la Neurodidáctica para estudiantes de Ingeniería



Hilda María Ameneiro¹, Miquelina Sánchez Pulido², María de Jesús Padilla Hernández², Alfonso Soto Sánchez³, Enrique Acoltzi Bautista¹

¹*Departamento de Ciencias Básicas, Tecnológico Nacional de México, Ave. Instituto Tecnológico s/n, Apizaco, Tlaxcala, México, CP 90300.*

²*Departamento de Sistemas y Computación, Tecnológico Nacional de México, Ave. Instituto Tecnológico s/n, Apizaco, Tlaxcala, México, CP 90300.*

³*Facultad de Agrobiología, Licenciatura en Medicina Veterinaria, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Ex Hacienda El Carmen Xalpatlahuaya, Tlaxcala, México.*

E-mail: ameneiro.hilda@gmail.com

(Recibido el 10 de agosto de 2016, aceptado el 24 de mayo de 2017)

Resumen

Ya ha sido suficientemente estudiada la relación entre emoción y cognición, sin embargo, la mediación del sentimiento de logro, base del desarrollo cognitivo, ha sido poco considerada. Dicho sentimiento, junto con la sensación de ser capaz, puede ser activado aplicando los principios de la Neurodidáctica, que es una ciencia naciente que da cuenta de las sustancias que se segregan durante el aprendizaje, concretamente Dopamina y Acetilcolina. Durante este trabajo se explora la literatura postulando dichos principios, y se dice cómo puede ésta beneficiar el aprendizaje de la física. Adicionalmente, y con el fin de favorecer la actividad mental y promover el aprendizaje, se diseña un software con actividades para el aprendizaje de la Dinámica. Los comentarios de los estudiantes muestran que dicho software fue bien aceptado.

Palabras clave: Neurodidáctica, Enseñanza de la Dinámica, Software constructivista.

Abstract

The relation between emotion and cognition has been sufficiently studied, however the mediation of feeling achievement, base of the cognitive development, has been slightly considered. Such feeling together with the sensation of being capable, can be activated applying the principles of the Neurodidactics, which it is a nascent science that identifies the substances that are segregated during the learning, concretely Dopamine and Acetylcholine. During this work the literature is explored postulating the above-mentioned principles, and it is said how this one can benefit the learning of the physics. Additionally, and with the objective to favor the mental activity and to promote the learning of the Dynamics, a software was developed. The comments of the students show that such software turns out to be well accepted.

Key words: Neurodidactis, Dynamics teaching, Constructivistic software.

PACS: 01.40.gb, 01.50.H-, 01.50.ht, 01.50.Zv.

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Los efectos de la globalización, la celeridad de los cambios sociales, políticos y económicos, así como los avances en el conocimiento y el desarrollo científico, tecnológico e industrial, han provocado que la sociedad tienda cada vez más a fundarse en el conocimiento y la información [1]. Al respecto Lara [2] menciona que no es posible educar a las nuevas generaciones sin el uso de las tecnologías que los unen, y marcan como generación, por lo que las organizaciones educativas se ven en la necesidad de desarrollar profundas reformas en sus sistemas educativos, integrando recursos informáticos en su currículo.

Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 11, No.2, June 2017

Respecto al proceso de adaptación de la docencia al uso de los nuevos recursos informáticos, Andreone [1] propone a la plataforma educativa como el vehículo ideal para el desarrollo de las actividades de aprendizaje, ya que permite diseñar ambiente acordes con el estado del arte de las ciencias y las tecnologías contemporáneas, así como de los avances pedagógicos de punta, al permitir la creación de situaciones de aprendizaje centradas en el estudiante, que promuevan el autoaprendizaje, la construcción social de su conocimiento y el desarrollo de su pensamiento crítico y creativo mediante el trabajo cooperativo y el acceso directo a la información. Más aun, los hallazgos de Braga [3] referentes al uso de la plataforma Moodle en la enseñanza

<http://www.lajpe.org>

de la física, muestran que, dadas sus características, es una “extremadamente útil herramienta”, con un eficiente mecanismo en el proceso de memorización y absorción de conocimiento.

En el presente trabajo se aprovecha dicha característica de las TIC, para la enseñanza de la Dinámica, basada en la Neurodidáctica, con sus cualidades de promover el aprendizaje en el estudiante, al realizar tareas que le resultan placenteras, gracias a los neurotransmisores que se segregan, como Dopamina, Acetilcolina, Noradrenalina y Serotonina [4, 5] y que a su vez promueven el aprendizaje. Es así que se desarrolla un software utilizando las herramientas que proveen Angular JavaScript y el lenguaje de programación Preprocesador de Hipertextos,

A. Objetivo general

Proporcionar a los estudiantes del TecNM un espacio de trabajo en el que puedan construir su conocimiento.

B. Objetivos específicos

- Describir el marco teórico que postula los principios de la Neurodidáctica .
- Diseñar actividades, llamadas neuroclases, para el aprendizaje de la Dinámica, con las que el estudiante construya su conocimiento.
- Crear un ambiente de aprendizaje interactivo, centrado en el estudiante, a través de un software, llamado neurosoftware *Dinacon*, que se ajuste a las necesidades de los estudiantes en su proceso cognitivo.

II. MARCO TEÓRICO

Para alcanzar los objetivos planteados se exploró la literatura postulando los principios de la neurodidáctica, integrándolos con el modelo constructivista del aprendizaje y el enfoque cognitivo del aprendizaje [1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12]. Se detallan a continuación las principales características.

A. Modelo constructivista del aprendizaje

La raíz de este modelo se sitúa en autores como Dewey, Bruner, Piaget o Vigotsky; quienes pone el énfasis principal en la actividad mental constructiva del alumno y en sus procesos de descubrimiento, por lo que los programas empleados buscan acomodarse al funcionamiento cognitivo del alumno, además de facilitar su actividad autónoma.

Desde esta óptica el profesor debe dejar de ser un instructor que domina los conocimientos para convertirse en un facilitador y mediador del proceso de enseñanza-aprendizaje, de tal modo que el alumno sea capaz de llegar a descubrir conocimientos [1].

El aprendizaje por descubrimiento es una metodología de aprendizaje que fomenta la participación del alumno; esto es, el sujeto en vez de recibir los contenidos de forma pasiva, descubre los conceptos y sus relaciones y los reordena para adaptarlos a su esquema cognitivo. La enseñanza por descubrimiento coloca en primer plano el desarrollo de las destrezas del alumno y se basa principalmente en el método inductivo [13].

El aprendizaje por descubrimiento, ahonda en la forma en que se adquieren conceptos o contenidos mediante un método activo, sin tener una información primaria acerca del contenido de aprendizaje [13].

Los factores que influyen en la adquisición de conceptos y más concretamente en la forma de adquisición por descubrimiento parten de tres formas básicas: inductivo, deductivo y transductivo [13], y están relacionadas con:

- Los datos: (cantidad, organización, complejidad);
- El contexto: o áreas de búsqueda y grado de reestructuración de las instrucciones, que favorecieron la aparición de respuestas convergentes o divergentes;
- El individuo: (formación, conocimientos, actitudes, capacidad cognoscitiva);
- El ambiente inmediato.

Las consecuencias del descubrimiento tienen un efecto novedoso en el alumno dado que implica una construcción a partir de sus conocimientos previos al enfrentarse a una situación de aprendizaje. Este efecto deriva de la posibilidad de conectar lo aprendido con lo que el alumno ya sabe, y de esa manera, establecer vínculos significativos con la nueva información, y con la eventualidad de aplicar esos conocimientos en nuevas situaciones [13].

En el aprendizaje significativo el sujeto relaciona sus conocimientos y experiencias previas con el nuevo patrón o marco cognitivo que se le sugiere. De esta manera la persona desarrolla habilidades y es también un ser activo. De acuerdo a Piaget [14], durante la construcción del conocimiento, el sujeto construye conocimiento a través de un intercambio con su entorno. El fin es tratar de lograr un nivel cada vez mayor de equilibrio y estabilidad cognitiva; que el alumno pase por diferentes estados de conocimiento cada vez más estable, y de una adaptación al medio cada vez mayor, por lo que la actividad del sujeto es fundamental, la misión de la inteligencia simplemente es acumular, relacionar, clasifica, corregir, etc., las informaciones procedentes del exterior, las cuales serán más exactas cuanto más precisas sean las copias internas de los objetos externos.

El sujeto construye poco a poco una comprensión tanto de sus propias acciones como del mundo externo. Para conocer los objetos el sujeto tiene que actuar sobre ellos y transformarlos. El objeto es conocido por aproximaciones sucesivas, exige una elaboración por medio del sujeto.

B. Neurociencia

A raíz del surgimiento del movimiento del “Enseñar a pensar” se elaboraron diversos programas como: “Enseñar a aprender”, “Aprender a pensar”, “Aprender a aprender”, “Enseñar a pensar”, etc. Programas que tienen en común el

desarrollo de capacidades cognitivas que facilitan el aprendizaje [15]. Sin embargo, conocer los procesos neurológicos que intervienen en el aprendizaje, así como potenciar dichos procesos durante la adquisición y elaboración de conocimientos, forma parte de una disciplina naciente: la Neurodidáctica [2, 16, 17, 18], que conjunta las Ciencias Neurológicas con el aprendizaje, al dar cuenta de las sustancias cerebrales que participan durante el aprendizaje. Esto es, al aprender, los circuitos del cerebro sufren cambios y segregan neurotransmisores, concretamente, Dopamina y Acetil Colina, es así que el proceso de aprendizaje está mediado por factores emocionales [19], cuyo control se encuentra en regiones especializadas del cerebro, y por la acción conjunta del cerebro actuando como un todo organizado [2]. Uno de los aspectos más relevantes de esta nueva disciplina, es que es posible desarrollar capacidades cognitivas que promueven el aprendizaje, lo que se consigue conociendo los mecanismos cerebrales que intervienen en el aprendizaje [20, 21, 22].

Stefan Brené [23] descubrió que la liberación de Dopamina en el cerebro produce sensación de bienestar. Las neuronas que contienen Dopamina se encuentran en varias zonas del cerebro: el hipotálamo, la sustancia negra, la corteza cerebral y el sistema límbico, y se concentra en áreas del cerebro contiguas a los lugares de mayor secreción de endorfina; de donde se deduce que si el desarrollo de las capacidades cognitivas y el del cerebro están inseparablemente ligados uno con otro, lo están también la didáctica y la neurología.

Si el estímulo es percibido como una posible recompensa o fuente de placer, la información seguirá su camino hasta llegar al núcleo accumbens, en donde se producirá la liberación del neurotransmisor Dopamina.

La Dopamina es la responsable de crear esa tensión que se siente antes de un acontecimiento importante o de conseguir una recompensa; es la tensión que mueve a la acción desde las áreas motoras, provocando con ello la liberación de Adrenalina y Noradrenalina, neurotransmisores que actúan como combustible y permiten al cerebro mantener una atención sostenida una vez que la información ha llegado a los lóbulos prefrontales donde será analizada racionalmente y nos permitirá mantener la acción hasta la consecución de la recompensa buscada. Finalmente, una vez obtenida la recompensa, sea ésta porque se ha alcanzado un objetivo, satisfecho una necesidad o aprendido algo nuevo, tiene lugar la liberación de otro neurotransmisor llamado Serotonina, cuya misión es la de producir un estado mental de calma, paciencia, serenidad, control de sí mismo, adaptabilidad y un humor estable, favoreciendo el predominio de la razón sobre la emoción [24].

C. Aprendizaje y memoria

“El aprendizaje puede considerarse como un cambio en el sistema nervioso que resulta de la experiencia y que origina cambios duraderos en la conducta de los organismos” [24], y adaptarse a las condiciones cambiantes e impredecibles del medio que los rodea. Aprender implica la formación de nuevas conexiones neuronales, el establecimiento de

relaciones funcionales entre éstas y las ya existentes, y la debilitación o incluso desaparición de otras ya presentes.

El aprendizaje está inevitablemente ligado a la memoria. Lo que aprendemos se almacena en el cerebro y constituye lo que llamamos memorias, y nos permiten relacionar el presente con el pasado y proyectar hacia el futuro nuestros pensamientos e ideas. No hay aprendizaje sin memoria ni memoria sin aprendizaje, y ambas están presentes en otros procesos cerebrales, como la percepción sensorial, las emociones o el lenguaje.

A excepción de situaciones con un elevado contenido emocional que pueden dar lugar a la formación de memorias de impacto que se establecen al momento y son de larga duración, las memorias no se forman al instante, sino que requieren de un proceso.

Una vez adquiridas se vuelven hábitos bastante rígidos que condicionan la actuación en un determinado sentido, lo que puede condicionar y dificultar nuevos aprendizajes. El aprendizaje de hábitos progresa y se refuerza cuando se obtienen los resultados esperados, por ejemplo, cuando se ejecuta un movimiento que resulta correcto se libera Dopamina, lo que refuerza las sinapsis existentes y hace que esas neuronas tengan más probabilidades de ser activadas cuando se vuelva a ordenar ese mismo movimiento reforzándose así el patrón neuronal.

La memoria de trabajo, también conocida como memoria operativa, es un caso particular de memoria, es consciente y funciona sin descanso en nuestra vida. Es la que nos permite mantener presentes las informaciones que acaban de darnos, las situaciones que acaban de tener lugar, los pensamientos que acabamos de tener, para ser utilizadas en tiempo real y poder realizar operaciones cognitivas complejas, como comprender el lenguaje, hablar, razonar, reflexionar, imaginar o calcular. Es, por lo tanto, información transitoria que está continuamente generándose, borrándose y siendo sustituida por otra similar, esa información que no está en el entorno, pero necesitamos para dirigir adecuadamente el comportamiento.

Un componente de la memoria de trabajo es la memoria a corto plazo, la retención de información que tiene lugar en la memoria de trabajo tiene una duración superior que la de corto plazo e implica una manipulación de dicha información, un trabajo mental que provoca cambios y actualiza esa información. Ambas memorias utilizan procesos mentales y mecanismos diferentes y están estrechamente ligadas a la inteligencia general de los individuos, es decir, la capacidad de razonamiento general y abstracto, a la resolución de problemas, a la inferencia y a la relación de conceptos. En su funcionamiento están implicados neurotransmisores como la Acetilcolina, destacando entre ellos el papel que desempeña la Dopamina.

A pesar de las diferencias que presentan los distintos tipos de memorias, se observa una influencia, una interacción y apoyo mutuo entre ellas. Muchos tipos de aprendizaje comienzan siendo conscientes para terminar por automatizarse y convertirse en una rutina o hábito, como conducir, o montar en bicicleta; en tanto que la memoria de trabajo cumple una función de primer orden en el aprendizaje de nuevas habilidades [24].

Mientras que la práctica pone la información en la memoria de largo plazo, el repaso da la oportunidad de recuperar esos datos y manipularlos en la memoria de trabajo.

Recordar es la capacidad de acceder a las memorias de largo plazo para llevar la información a la memoria de trabajo y con ella resolver problemas, que es la culminación del proceso de la memoria. [11]

D. Neurodidáctica

Sólo somos conscientes del 200/400000% de la información que recibe el cerebro; con atención extrema, la memoria guarda sólo el 10% de esa información consciente. Si esa información se presenta de manera informativa y el alumno se limita a escuchar se provoca una pasiva actividad cerebral y por ende los estímulos del cerebro son bajos, lo que inhibe la motivación, las variables afectivo-sociales, y las respuestas de acción y reacción mental. Diferente fijación cerebral se observa cuando se le presentan al alumno propuestas desafiantes de obligado esfuerzo intelectual. En estas situaciones no es la información sino la formulación de preguntas la que reina de modo supremo. La actividad cerebral aumenta, y aumenta la cantidad de respuestas que se despliegan ante los estímulos percibidos. Se activan las atribuciones, la motivación, la reflexión y la autoestima [23].

Cuando se resuelve bien una tarea propuesta, aumentan los niveles de dopamina y acetilcolina, cuyo incremento produce un sentimiento de felicidad, así como un cambio en su temperatura, ritmo cardiaco, y su presión sanguínea, con el cual el individuo, en cierta medida, se premia a sí mismo elevando su autoconfianza y motivación, y mejorando el aprendizaje y la toma de decisiones. La perspectiva de recibir una recompensa mejora el aprendizaje y la toma de decisiones. Así, la conjunción cerebral con las ciencias educativas implica desarrollar métodos de aprendizaje que tengan en cuenta la neurobiología del cerebro.

Con base en esto, Ortiz [9, 11] propone un nuevo modelo pedagógico: La pedagogía configuracional, basada en a teoría del aprendizaje neuroconfigurador, en la que introduce los términos Neurocurrículo, Neuroclase y Neuroevaluación. Éste tiene en cuenta el proceso neuroconfigurador del cerebro humano y el rol de las neuronas en el aprendizaje; en la creación de nuevas redes y circuitos básicos de comunicación neuronal.

Así, el nuevo modelo didáctico, neuroconfigurador, concibe a la clase no como una unidad horaria, sino como una unidad neuropsicológica, en la cual se cumple una actividad de aprendizaje autónomo, auténtico y neuroconfigurador cuyas etapas son: afectiva, instrumental y cognitiva, es decir, siguiendo una ruta neuroconfiguradora: del sentimiento a la acción y de ahí al intelecto.

La configuración afectiva determina la configuración cognitiva. A su vez, las configuraciones afectivas y cognitivas determinan la configuración instrumental, integrada por el conjunto de operaciones, acciones, habilidades, destrezas y actos que el ser humano muestra en

el desarrollo de su actividad. Según Ortiz, es la cultura de la pregunta, no de la respuesta, la que estimula el aprendizaje autónomo, auténtico y neuroconfigurador. Se aprende, preguntando; las preguntas, y sus respuestas, son las que estimulan la creación o modificación de redes y circuitos neuronales. Por lo tanto, apunta "...el docente no debe ofrecer respuestas ni soluciones a los estudiantes, sino que debe hacer preguntas y sugerir alternativas. Las respuestas de los docentes deben ofrecerse en forma de interrogantes que movilicen el cerebro de sus estudiantes. El aprendizaje se puede interpretar como un proceso de formación y configuración de nuevas redes y circuitos neuronales" [10].

III. LA PROPUESTA

El diseño del trabajo consta de dos fases: Diseño de las neuroclases y realización del software. La fase de la realización del software incluye 4 etapas: diseño del modelado; diseño conceptual y programación del software; pilotaje del curso y testeo del sistema; puesta en marcha y prueba del sistema; aplicación local del software para grupos piloto; aplicación en línea, cerrado, para estudiantes del Instituto Tecnológico de Apizaco; y aplicación del software en línea.

A. Diseño de las Neuroclases

Con el fin de mostrar cómo puede beneficiar la Neurodidáctica al estudio del aprendizaje de la física, se detalla a continuación una propuesta de aplicación, esto es, el Neurosoftware, sus características y su metodología.

De acuerdo a los principios de la Neurodidáctica, se parte de la relación emoción-cognición, apuntando a obtener emociones positivas en el estudiante, concretamente, a través de la mediación del sentimiento de logro.

Durante la neuroclase se sigue el ciclo: Estímulo (interceptado por el profesor) – Proceso neurológico - Respuesta (interceptada por el profesor) - Nueva respuesta. Para cada ciclo se prevén cuatro niveles de mediación, es decir cuatro niveles de ayuda, siendo cada intercepción de un grado de complejidad menor al anterior; cada fase del ciclo es interceptada por el profesor, excepto en el nivel cero de mediación, es decir el nivel de mayor complejidad.

Como ejemplo de las actividades de una neuroclase, en la figura 1 se muestra una batería de actividades, acordes al programa vigente de la asignatura de Dinámica de la carrera de Ingeniería Civil que se imparte en el Tecnológico Nacional de México, planteada para 30 minutos, en las que se observa que el concepto se pregunta, tanto en forma concreta (pregunta 8) como en su forma abstracta (pregunta 7), pasando por diversos niveles de abstracción.

La mediación del sentimiento de logro, dirigida a la secreción de neurotransmisores relacionados con el placer, implica que todos y cada uno de los estudiantes completen con éxito la actividad; es así que el docente interfiere las respuestas una vez que se agotaron los cuatro niveles de mediación planeados durante el diseño del software y el estudiante no ha logrado el 100% de aciertos. Durante esta intervención del profesor, al hacer revisión de la tarea,

incluirla, en chat, niveles más profundos de mediación, es decir, bajará el nivel de complejidad de la tarea, a través de la retroalimentación, la que en este enfoque no es un simple “te equivocaste, inténtalo de nuevo” característico de la enseñanza tradicional, sino que es una intervención que el docente realiza apuntando a la zona de desarrollo próximo del estudiante [6].

1.- Elige todas las respuestas correctas:
 ma es a Fuerza, como mv es a:
 a) Distancia
 b) Desplazamiento
 c) Cantidad de movimiento
 d) Peso
 e) Aceleración

2.- Completa la frase:
 ma es a Fuerza, como mv es a _____

3.- Completa la frase:
 La cantidad de movimiento lineal de una partícula se representa con la expresión _____

4- Contesta falso (F) o verdadero (V):
 No importa sólo la masa o sólo la velocidad, sino la relación entre ambas ().

5.- Completa la frase:
 La cantidad de movimiento lineal de una partícula de masa m, que se mueve con una velocidad v es:

p =

6.- Completa la frase:
 Las _____ de la cantidad de movimiento, en el SI, son kg m/s

7.- Resuelve:
 Un automóvil de 1500 kg acelera 3 s, desde el reposo, hasta 6 m/s, ¿cuánto vale la cantidad de movimiento de ese automóvil después de los tres segundos?

8.- Completa la tabla:

Cantidad/Objeto	Mosca	Bala	Tráiler	Tráiler
Velocidad	Baja		Baja	Alta
Masa		Pequeña		
Inferencia	Poco daño		Gran daño	

9.- ¿Qué concluyes de la tabla anterior? _____

10.- Completa la frase:
 La expresión matemática para la cantidad de movimiento es: _____

FIGURA 1. Ejemplo de una batería de las actividades de una Neuroclase.

B. Diseño del Neurosoftware

Con el fin de fundamentar el diseño del software (neurosoftware *Dinacon*) se consideraron los aspectos de la Neurodidáctica propuestos por Lara [2]:

- Basado en técnicas constructivistas.
- Contiene imágenes multimedia; visual y con audio, que contiene poco texto.
- Contiene más actividades que lecturas.

- El estudiante participa activamente al contestar las preguntas y es mediada continuamente su sensación de logro.
- El alumno recibe una respuesta inmediata a sus acciones.
- Proporciona al estudiante conciencia de sus logros.
- Contiene un foro de discusión para que el estudiante pueda aprender y ayudar a compañeros.
- Contiene una liga para que pueda interactuar en la red Facebook.
- La actividad del estudiante es responder a preguntas, elaboradas apuntando a razonamiento inductivo y que el estudiante descubra los conceptos.
- Se lleva un seguimiento del avance del estudiante, su puntaje acumulado, y se publica en Facebook sus logros obtenidos.
- Administración de usuarios registrados a través de un nombre de usuario y una contraseña.

El *Dinacon*, basado en la Neurodidáctica, para la enseñanza de la Dinámica, con enfoque constructivista y elaborado con *Hypertext Preprocessor* (PHP), contiene preguntas de:

- Falso verdadero
- Opción múltiple
- Selección múltiple
- Correlación
- Respuesta breve, complemento, canevá
- Jerarquización u ordenamiento
- Elección de elementos de un listado
- Base común o multiítem

En la página principal se solicita al usuario su nombre de usuario y su contraseña, para que pueda acceder a las actividades; en caso de que accese por primera vez, aparecerá una pantalla en la que se le pedirán sus datos para generar su perfil.

En la siguiente pantalla, el usuario seleccionará la Unidad y el tema específico que desee aprender y podrá navegar de una unidad a otra sin candados, por cada unidad aparecen preguntas al azar de acuerdo a un banco predeterminado, de acuerdo a la competencia que se desee desarrollar.

Al terminar cada intento se abre un resumen de sus intentos previos. Se le hace un comentario de retroalimentación que impacte en su núcleo acumbens y se le incita a volver a intentarlo.

Los algoritmos de *Dinacon* permiten generar preguntas en forma aleatoria o “barajadas”; también permiten generar baterías de preguntas “barajadas”, de acuerdo a las características del concepto abordado. Las figuras 2 y 3 corresponden a una muestra de las pantallas del neurosoftware: en la figura 2 se muestra una pantalla del neurosoftware en donde se puede observar que a la izquierda de la pantalla, los alumnos tienen las opciones de elegir la unidad y el tema específico que gusten.

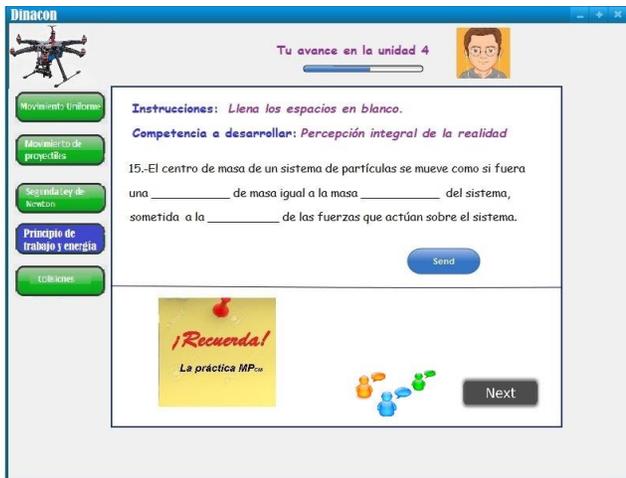


FIGURA 2. Respuesta errónea. Esta pantalla es un ejemplo que muestra una actividad con la que se activa la competencia de precisión; es una pregunta de autocompletar, estamos suponiendo que el usuario no haya contestado nada, por lo que en la parte inferior aparece una llamada de atención con un sonido que le indica que debe recordar una práctica en específico, como retroalimentación.

De la misma manera, si la actividad se realiza de manera correcta, aparece la pantalla que se muestra en la figura 3.

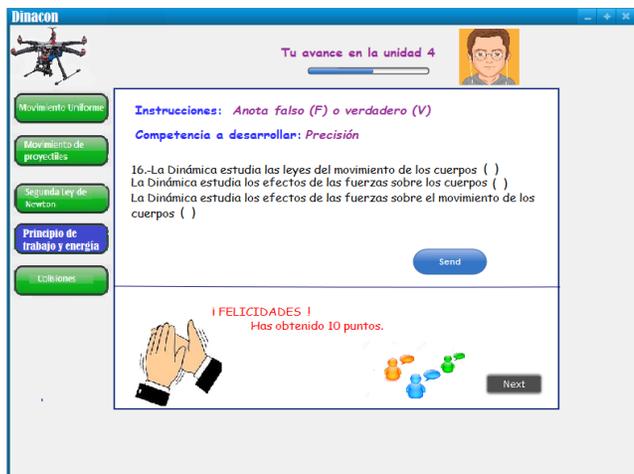


FIGURA 3. Respuesta correcta. En esta pantalla se puede leer y escuchar, en la parte inferior, un aviso de logro, que motiva al alumno a seguir contestando preguntas y además ganando puntos.

Una vez que están contestadas todas las preguntas, el estudiante envía sus respuestas y automáticamente son calificadas y retroalimentadas. Tiene oportunidad de realizar tantos intentos como necesite hasta que logre el 100% de aciertos; en cada intento deberá contestar todas las preguntas, que en cada nuevo intento aparecerán en distinto orden, es decir “barajadas”.

El estudiante podrá checar en cualquier momento su avance y compartir sus logros en redes sociales.

Al final de cada sesión, el *Dinacon* le solicita al estudiante un comentario acerca de lo que aprendió, pensó, sintió, o logró. Durante el pilotaje, se obtuvieron los siguientes comentarios:

Las preguntas están relacionadas lo que me permitió comprender mejor y de manera fácil el concepto. Considero que esta forma de examen no sólo evalúa, sino además ayuda a reforzar el conocimiento, por lo que considero que es un excelente examen, no tenía hasta hoy la oportunidad de contestar un examen tan interesante como el presente.

Por mi parte, siento que me faltó analizar el todo del instrumento para un mejor aprendizaje del contenido del mismo. En caso de haber optado por otra opción en la primera pregunta, las siguientes preguntas retroalimentan para reflexionar y en dado caso cambiar la opción en la primera pregunta.

No tenía conocimientos actualizados, pero lo inferí con lo que leí de todas las preguntas.

El cuestionario tiende a dar pistas para contestar las preguntas, se relacionan y permiten intuir el resultado.

Estos comentarios reflejan que el software fue bien aceptado por los estudiantes y los autores lo atribuyen al proceso de mediación, que fue estructurado con cuatro niveles, pero ya que la finalidad, de acuerdo a la Neurodidáctica, es que todos los estudiantes completen con éxito la actividad, lo que provocará que lleguen a segregar el neurotransmisor Serotonina, que les producirá un estado de calma, placer y logro, lo que influirá en su deseo de “querer más” y es así como se promueve el aprendizaje.

V. CONCLUSIONES

En este trabajo se estudia el aprendizaje de la Dinámica, utilizando un enfoque que no se ha explorado suficiente en el campo de la física: la Neurodidáctica, lo que le da relevancia a la investigación en este campo. Para lo cual se desarrollaron neuroclases, y se propuso un software para su cristalización. Los comentarios de los estudiantes muestran que en general, sí se midió en los estudiantes la sensación de logro y el sentimiento de ser capaz, sí se dio construcción del conocimiento por parte de los estudiantes y sí promovió que el estudiante quiera seguir aprendiendo con material como el presente, esto es, el neurosoftware es acorde a la afirmación de Fernández [25], referente a que la emoción y la cognición están relacionadas. Más aun, el diseño es viable de ser aplicado en línea.

Como lo afirman los autores consultados, la tendencia de la educación es el aprendizaje a través de la web, y este trabajo da la pauta para la elaboración de material didáctico para tal fin.

REFERENCIAS

[1] Andreone, A. y Bollo, D., *Plataformas educativas en Internet*, (Condicionantes tecnológico-culturales, España, 2009).

- [2] Lara, A., *Un modelo de enseñanza neuropedagógico de las Leyes de Newton para la Net Gen*, Latin American Journal of Physics Education **5**, 526-536 (2011).
- [3] Braga, F. L. et al., *Moodle and Physics Learning: A good experience with High School students.*, LAJPE **8**, 3403 (2012).
- [4] Llarena, M., *¿Por qué es necesario que el docente conozca conceptos básicos de neurosicoeducación para mejorar el aprendizaje en el aula?*, <http://www.asociacioneducar.com/monografias-docente-neurociencias/monografia-neurociencias-myriam.llarena.pdf>. Consultado el 18 de Mayo de 2016.
- [5] Liuti, A., *Neurotransmisores.*, <http://www.asociacioneducar.com/monografias-docente-neurociencias/monografia-neurociencias-alexis.liuti.pdf>. Consultado el 18 de Mayo de 2016.
- [6] Vigotsky, L. S., *Pensamiento y Lenguaje: Teorías del desarrollo cultural de las funciones psíquicas*, (Edición Revolucionaria, La Habana, Cuba, 1981).
- [7] Ortiz, A., *Cerebro, currículo y mente humana*, (Ediciones Litoral, Málaga, 2009).
- [8] Ortiz, A., *Aprendizaje y Comportamiento basados en el funcionamiento del cerebro humano: Emociones, Procesos Cognitivos, Pensamiento e Inteligencia*, (Ediciones Litoral, Barranquilla, Colombia, 2009).
- [9] Ortiz, A., *Currículo y Evaluación. Fundamentación científica de la línea de investigación del Doctorado en Ciencias de la Educación*, (Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia, 2009).
- [10] Ortiz, A., *Didáctica problematizadora y aprendizaje basado en problemas*, (Ediciones Litoral, Barranquilla, Colombia, 2009).
- [11] Ortiz, A., *Manual para elaborar el modelo pedagógico de la institución educativa. ¿Cuáles son las teorías del aprendizaje y los modelos pedagógicos que han proliferado en la historia de la educación?*, (Editorial Antillas, Barranquilla, Colombia, 2009).
- [12] Ortiz, A., *Psicología Configurante y Pedagogía Configuracional: Cerebro y Currículo*, (Editorial Antillas, Barranquilla, Colombia, 2009).
- [13] Ruiz, C. *Neurociencia y Educación*. <http://www.revistaparadigma.org.ve/doc/paradigma96/doc4.htm>. Consultado el 4 de Agosto de 2016.
- [14] Kitchener, R., *Piaget's theory of knowledge*. New Haven: Yale University Press (1986).
- [15] Servera, M., http://www.sectormatematica.cl/articulos/ens_pensar.pdf. Consultado el 19 de febrero de 2014.
- [16] Jiménez, C., *Neuropedagogía*, (Cooperativa Editorial Magisterio, Bogotá Colombia, 2007).
- [17] Pizarro, B. *Neuropedagogía.*, <http://neuropedagogia.blogspot.com>. Consultado el 25 de Julio de 2015.
- [18] Díaz, H., *Palabras en la Ceremonia de graduación del Diplomado de Neuropedagogía.*, <http://www.asociacioneducativa.net/files/discu diplomado.pdf>. Consultado el 10 de noviembre de 2015.
- [19] Arleco. *Neurociencia y educación: El placer de aprender relacionando experiencias*, <http://www.eliceo.com/destacados/neurociencia-y-educacion-el-placer-de-aprender-relacionando-experiencias.html>. Consultado el 6 de Octubre de 2015
- [20] Campos, A., *Neuroeducación: Uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano*, La educ@ción, revista digital, no. 143, junio de (2010).
- [21] Cuesta, J., *Neurodidáctica y estimulación del potencial innovador para la competitividad en el tercer milenio*. *Revista Educación y Desarrollo Social* **3**, 28-35. http://www.umng.edu.co/www/resources/RevistaEDUCACION2009-28_Neurodidactica.pdf. Consultado el 21 de Octubre de 2010.
- [22] Iglesias, A., *Neuropedagogía*, (Universa Terra Ediciones, Salamanca, España, 2008).
- [23] Brené S., *Dopamina*, <http://rojointenso.net/mybb/showthread.php?tid=8407> Consultado el 6 de octubre de 2015.
- [24] Gamo, J. R., Mooc, *Neurodidáctica, La motivación*. Módulo 4. ScholarTIC.
- [25] Fernández, J., *Neurociencias y enseñanza de la matemática*, *Revista Iberoamericana de Educación* **51**/3, <http://www.rioei.org/expe/3128FdezBravo.pdf>. Consultado el 3 de Junio de 2015.