

Construcciones semióticas colectivas en el aula para el aprendizaje de la física: Un acercamiento cuantitativo

Collective semiotic constructions in the classroom for the learning of physics

Edwin Mosquera Lozano¹ y German Londoño Villamil²

¹ Doctorando en didáctica, Facultad de Educación, Universidad Tecnológica de Pereira. Cra 27 No 10 - 02 Los Álamos; 660003 Pereira; Risaralda. Colombia.

² Programa de Doctorado en Didácticas Específicas, Escuela de Doctorados, Universitat de Valencia. Avenida Blasco Ibáñez 13. 46010 Valencia. España.

*E-mail: yuyu@utp.edu.co

Recibido el 15 de junio de 2021 | Aceptado el 1 de septiembre de 2021

Resumen

La investigación se realizó durante el año 2020 en el contexto del doctorado en didáctica de las ciencias naturales y exactas de la Universidad Tecnológica de Pereira. El objetivo es mejorar las estrategias de aprendizaje para que los estudiantes de la media (15 a 16 años) de la Institución Educativa Cristo Rey de Dosquebradas – Risaralda aumenten sus habilidades, para transferir los conocimientos matemáticos hacia la física. Según los resultados, la construcción colectiva de elementos semióticos en el aula mejora los niveles de formación de los estudiantes en registros semióticos. Este proceso se fortalece con el uso de las TIC, que permiten a los estudiantes un acceso rápido y abundante a la información en internet. A partir de los resultados se proponen algunas estrategias para mejorar los procesos didácticos.

Palabras clave: Aprendizaje colectivo; Física; Registros semióticos triádicos; Semiótica.

Abstract

This manuscript is the product of a research process in the classroom during 2020. The research was carried out during 2020 in the context of the doctorate in didactics of natural and exact sciences at the Technological University of Pereira. The objective is to improve learning strategies so that average students (15 to 16 years old) of the Cristo Rey de Dosquebradas Educational Institution - Risaralda increase their skills, to transfer mathematical knowledge to physics. According to the results, the collective construction of semiotic elements in the classroom improves the levels of training of students in semiotic registers. This process is strengthened with the use of ICTs that allow students to access quick and abundant information on the Internet. Based on the results, some strategies are proposed to improve the didactic processes.

Keywords: Collective learning; Physics; Triadic semiotic register; Semiotics.

INTRODUCCIÓN

La física tiene un rol importante en la tecnología y transformación del mundo, por lo tanto, su comprensión ayuda a las personas a interactuar adecuadamente con el planeta y, además, desarrollar un pensamiento crítico frente a temas éticos, sociales y ambientales. Sin embargo, Solbes *et al.* (2007), León y Londoño (2013), advierten sobre las actitudes negativas que tienen los estudiantes por el aprendizaje de la ciencia y en especial, la física.

www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF

REVISTA DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, Vol. 33, no. 2 (2021)

Dentro de las causas, Da Silva Faria (2019) menciona el aumento de la carga cognitiva (CC) en la didáctica de la física por sus relaciones con las matemáticas. Según Sweller *et al.* (2011), la CC, se relaciona con el límite de la cantidad de información nueva que el cerebro humano puede procesar al mismo tiempo (Memoria de trabajo) y el desconocimiento acerca de la cantidad de información ya almacenada que se puede procesar a la vez (Memoria de largo plazo), por lo tanto, el objetivo es desarrollar estrategias didácticas que se ajusten a las características de la memoria de trabajo, para maximizar los aprendizajes.

Una manera de mejorar los problemas de CC en los procesos didácticos, de acuerdo con Salica (2019), consiste en el trabajo colaborativo, el uso de TIC, conformando grupos con diversidad de género (masculino y femenino) porque se encontró mayor variedad en las habilidades visuales, auditivas y kinestésicas en estos.

Un componente importante dentro de la información en los procesos didácticos de la física son las representaciones que según Idoyaga (2020), requieren procesos de alfabetización para superar la auto evidencia y supuesto de transparencia en los procesos de enseñanza, es decir, creer que todos los estudiantes las comprenden sin necesidad de entrenamiento. Esto sucede en Colombia donde Pizarro M (2014, p.79) ilustra sobre las deficiencias del uso de estas herramientas semióticas en ciencias naturales .

Comprender las representaciones como herramientas semióticas para los procesos didácticos exige estudiar la teoría de la representación desde sus orígenes con Bunge (1975), sus aproximaciones conductuales en Barnes-Holmes *et al.* (2005), los perfiles conceptuales de Mortimer (2001), los modelos mentales de acuerdo con Johnson-Laird (2010) y Tamayo *et al.* (2017), las teorías implícitas o espontáneas de Rodrigo (1985), las representaciones externas o semióticas frente a la intencionalidad o representaciones internas según Botero (1993), los aportes de la ciencia cognitiva de Varela (1988), los aportes desde la psicología para las emociones según Dalenoort (1990), los apoyos a la evolución conceptual de Tamayo (2006, p.41), los registros semióticos como herramientas para dar sentido a las representaciones internas (noesis/pensamiento) y las externas (semióticas) según Duval (2017), y los modelos triádicos del signo de acuerdo con Marcos (2020).

A. Los registros semióticos triádicos

Un registro semiótico es una representación que le da sentido a un objeto o fenómeno. Existe una diferencia entre códigos y registros semióticos. Mientras los códigos tienen la función de transmitir solo información (ej. código binario), los registros semióticos transmiten tanto información como sentido (Duval, 2017, p.49).

Para Duval (2017), los registros semióticos pueden ser lingüísticos y no-lingüísticos, polifuncionales y mono funcionales (tabla I).

TABLA I. Tipos de registros semióticos. Según (Duval, 2017,p. 48)

	Registros semióticos ligústicos	Registros semióticos no ligústicos
Registros semióticos polifuncionales	Lenguaje natural	Representaciones icónicas (diagrama de cuerpo libre) Representaciones geométricas
Registros semióticos mono funcionales	Lenguaje algebraico (ecuaciones)	Gráficas bidimensionales (gráficas cartesianas)

Estas herramientas permiten realizar procesos de formación, conversiones y tratamientos mediante operaciones semióticas externas (semiosis) e internas (noesis /pensamiento).

La formación tiene que ver con las habilidades que tienen las personas para reconocer las relaciones entre los objetos y los fenómenos con sus representaciones. Las conversiones son transformaciones de un tipo de registro a otro sin cambiar los objetos o fenómenos denotados. Los tratamientos son cambios que se realizan dentro de un mismo tipo de registro.

La perspectiva de Duval (2017, p. vi), se apoya en Saussure, Peirce y Frege, es decir, se nutre de elementos de los modelos diádicos y triádicos del signo.

De esta manera Rosario (2010), desde la filosofía de Frege muestra la idea de los registros semióticos triádicos, los cuales se componen de un referente (realidad/fenómeno/objeto), vehículo (representaciones/registros semióticos) y sentido (interpretación).

B. Las TIC y los procesos de formación en registros semióticos

El regreso a clases durante la modalidad no presencial en la cuarentena por la pandemia del Covid-19 en el año 2020, obligó a los maestros a replantear sus prácticas de aulas mediadas por las TIC.

Después de un comienzo traumático y caótico porque nadie tenía la respuesta de cómo se atenderían a los estudiantes en medio de una gran brecha digital, muchos maestros lograron adaptarse al trabajo con las herramientas de Google por su gran popularidad y versatilidad.

De acuerdo con Escriba (2020), esta compañía ofrece muchas aplicaciones asociadas a las cuentas de correos, sin embargo, las que predominan en la modalidad no presencial son “Drive” para guardar información en la nube, “meet” para realizar reuniones virtuales, “Classroom” donde se organizan aulas virtuales y los “Formularios” para recolectar información.

Otras aplicaciones son independientes de Google, pero pueden interactuar con sus aplicaciones. Por ejemplo ADR formación (2021), ilustra sobre la plataforma “Educaplay”, la cual permite enlaces con otras plataformas diferentes a Google y asimismo, realizar actividades interactivas como adivinanzas, completar, crucigramas, diálogos, dictado, ordenar letras, ordenar palabras, relacionar, sopa de letras, test, mapas interactivos, presentaciones, video quiz, relacionar columnas, relacionar mosaico y ruleta.

Además, existen otras plataformas independientes de Google que no interactúan con sus aplicaciones, sin embargo, tienen elementos valiosos para el diseño y evaluación de los niveles de apropiación de representaciones y registros semióticos. Por ejemplo, en Thatquiz.org (2019), se puede diseñar un registro semiótico que muestre las fuerzas que interactúan en un cuerpo en equilibrio sobre una superficie horizontal (figura 1).

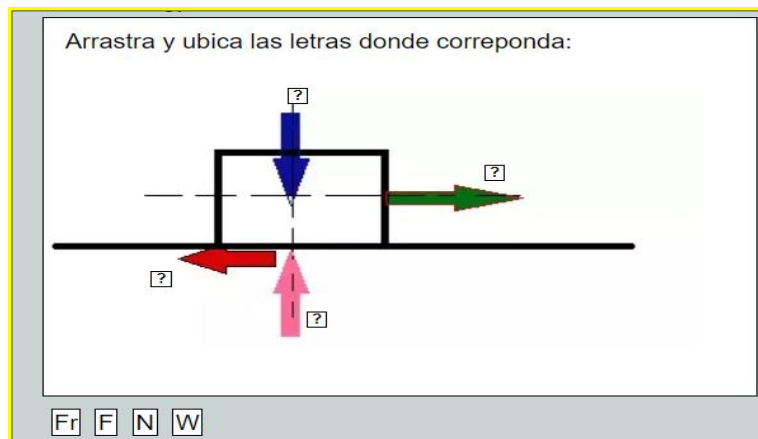


FIGURA 1. Ejemplo de registro semiótico diseñado en Thatquiz.

La ruta para acceder al entorno de diseño de esta plataforma es: Thatquiz.org/es / [Correo, Contraseña]/ Diseño/ Diapositivas. Las opciones para elaborar las preguntas son: Texto regular, Opción acertada, Opción equivocada, Identificar (figura 2).

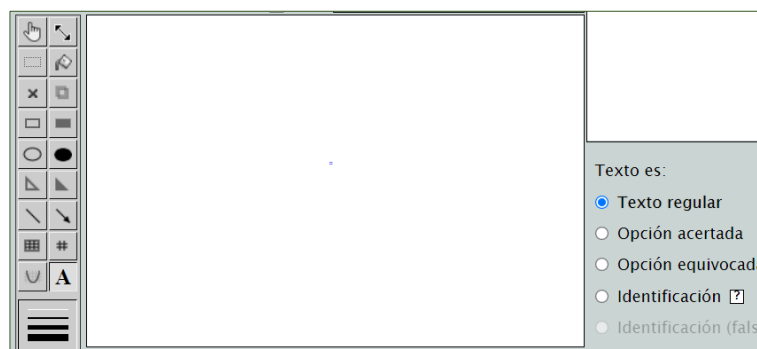


FIGURA 2. Entorno de la plataforma Thatquiz para elaborar diapositivas.

Otros investigadores como Navarro (2016), destacan el uso del Thatquiz para la enseñanza de las matemáticas por su registro estadístico y posibilidad de retroalimentación; también, Flores P (2017), propone el uso de esta plataforma para la enseñanza de la historia, la geografía y la economía y Uchasara Q (2019) realizó una investigación de tipo exploratoria en matemáticas usando esta plataforma, sin embargo, no se tienen resultados concluyentes al respecto.

C. Construcción colectiva de registros semióticos usando TIC

La construcción colectiva de registros semióticos hace parte de una estrategia didáctica para desarrollar en los estudiantes ejercicios de formación en dichas herramientas cognitivas, las cuales permiten encontrar sentido entre los componentes de un registro semiótico (figura 3).

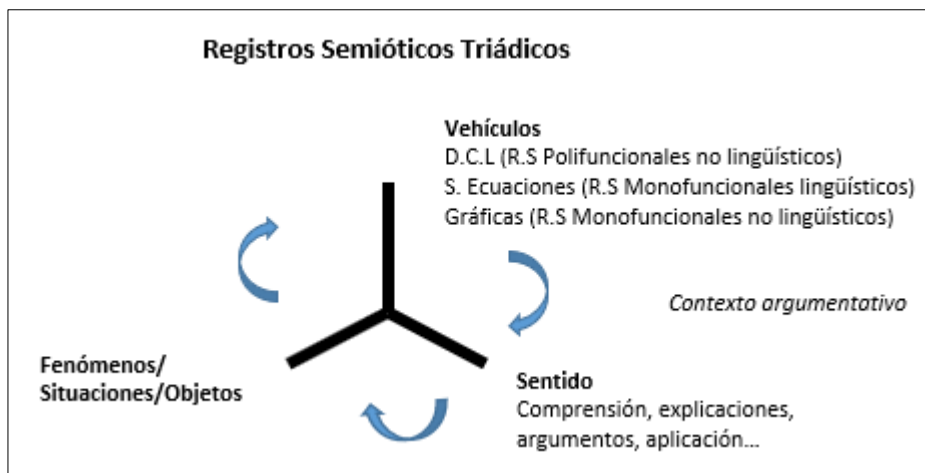


FIGURA 3. Registros semióticos triádicos propuestos para la investigación. Construcción a partir (McNabb, 2012) sobre el uso de un Tripie en vez de un triángulo; (Duval, 2017); (Marcos-Marín, 2020)

La figura 3, ilustra la estructura de un registro semiótico triádico y sus componentes (referente, vehículo, sentido) y las relaciones entre estos. En la etapa de formación, los estudiantes reconocen vínculos entre sus componentes.

La estrategia didáctica para el proceso de formación es la siguiente:

1. Primero, se aplica un pretest sobre los conocimientos iniciales
2. Luego, se recolectan las direcciones de correo de las estudiantes mediante un formulario de Google.
3. En seguida, se comparte en el “Drive” una hoja de trabajo con un registro semiótico incompleto para cada estudiante y una hoja de actividades para ser diseñadas en “Educaplay” [Tipos de archivos: Documentos editables].

La hoja de trabajo es una tabla que contiene una columna para: el nombre del estudiante; las palabras o conceptos claves; los esquemas o bosquejos de los fenómenos u objetos; las gráficas, ecuaciones, tablas y; los argumentos.

La hoja de actividades consiste en otra tabla con una columna para: el nombre del estudiante; el tipo de actividad interactiva que debe diseñar en Educaplay y; los enlaces para que los otros estudiantes puedan interactuar con cada una de las actividades diseñadas.

Cada vez que una estudiante ingresa a los enlaces, el registro queda en la cuenta de la diseñadora de la actividad quien puede descargar los resultados en una hoja de cálculo. Después se recoge los resultados de los informes de cada estudiante para analizar frecuencia y puntuaciones alcanzadas durante las interacciones con las actividades en “Educaplay”. Luego, se aplica un posttest para evaluar las diferencias.

II. METODOLOGÍA

Los resultados obedecen a experiencias en el aula durante el año 2020 en la modalidad no presencial motivada por la pandemia Covid-19 con estudiantes de la media (15 a 16 años) de la Institución educativa Cristo Rey del Municipio de Dosquebradas-Risaralda Colombia. La muestra fueron las estudiantes de los grados 10^A y 10^B. Se diseñó una estrategia didáctica para mejorar los procesos de formación en registros semióticos sobre algunos conceptos de dinámica con un total de 13 preguntas sobre el reconocimiento de registros semióticos.

Primero se aplicó un pretest, luego la estrategia, y por último el posttest. Para el desarrollo de la estrategia se utilizó Google drive, formularios y la plataforma Educaplay. Durante el pretest y posttest se usó la plataforma Thatquiz. El procesamiento de los datos se realizó mediante una hoja de cálculo y la fiabilidad del instrumento se determinó mediante el coeficiente alfa de Cronbach.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A. Análisis del nivel de fiabilidad de los resultados del pretest y postest

Según Hernández *et al.* (2014), el coeficiente de Cronbach es el instrumento más utilizado para medir el nivel de confiabilidad para instrumentos que se diseñan con datos cuantitativos (p. 208). A continuación, se muestran los porcentajes de aciertos del pretest y postest en los grados 10° A y B (tabla II).

TABLA II. Resultado del pretest y postes (Porcentajes de aciertos por pregunta, grados y descripción de las temáticas).

Preguntas ¹	Grado 10° (A)		Grado 10° (B)		Suma	Descripción de las temáticas
	Pretest	Postest	Pretest2	Postest2		
2	17	31	19	29	96	Concepto de masa en la segunda ley de Newton
3	73	75	73	80	301	Relaciones entre fuerzas aplicadas, dinamómetro y vectores
4	76	76	69	83	304	Tipos de fuerzas y sus unidades de medidas
5	58	70	53	57	238	Tipos de fuerzas (nucleares, gravitacionales, electro-magnéticas)
6	42	50	35	40	167	Teoría del todo: concepto
7	45	52	35	52	184	Ecuaciones y principios sobre las fuerzas
8	22	33	31	36	122	Fuerzas sobre un bloque en equilibrio en una superficie horizontal
9	37	37	29	37	140	Ecuaciones sobre segunda ley de Newton, momento lineal, impulso y fricción
10	62	68	63	62	255	Aceleración centrípeta, velocidad angular y tangencial (palabras)
11	39	54	48	44	185	Aceleración centrípeta, velocidad angular y tangencial (Variables)
12	58	60	49	67	234	Ley de gravitación universal
13	34	37	33	37	141	Aceleración centrípeta, periodo y frecuencia en el movimiento circular
14	23	19	16	23	81	Torque o momento (cálculo)
	366,6	340,2	333,9	359,5	2448	
	Var1	Var2	Var3	Var4	Vart	Var: Varianza t: total

Según los cálculos, el coeficiente alfa de Cronbach para los datos de la tabla II es igual a $\alpha = 0,6$ lo cual representa un nivel de confiabilidad débil. Por lo tanto, se deben analizar aspectos relacionados con las posibilidades de acceso a internet que tienen los estudiantes y la carga cognitiva de la prueba ya sea por su complejidad o posibles errores de diseño. De manera similar, se realizó el cálculo del coeficiente Cronbach para los resultados del pretest y postest por cada estudiante (n=55) y se obtuvo un valor $\alpha = 0,5$. De acuerdo con lo anterior, tiene mayor confiabilidad realizar un análisis por pregunta que por estudiante.

B. Determinación de las diferencias entre el pretest y el postest

Después de analizar el nivel de confiabilidad del instrumento, se plantearon hipótesis nulas (Ho) y alternativa (H1). Para Ho, los valores de entrada y salida después de la estrategia son iguales, es decir, no existe diferencia significativa entre los valores de pretest y postest y; mientras que para H1, existe diferencia significativa entre los valores de entrada y salida. Esto se analizó mediante una prueba “t” para datos normalizados y dependientes de acuerdo con Lind *et al.* (2008, p. 388). Si el valor del estadístico se ubica en la zona de rechazo para un determinado grado de libertad ($gl = n - 1$; n: número de datos o preguntas) entonces se rechaza la hipótesis nula y se toma la alternativa, es decir, sí existe una diferencia significativa entre los resultados del pretest y postest y, por consiguiente, el proceso de formación arrojó resultados positivos. A continuación, se muestran los frutos (tabla III).

¹ La pregunta 1 es la presentación de la prueba.

TABLA III. Prueba t de medidas para dos muestras emparejadas para los grados 10°A y 10°B.

Parámetros	10° A		10°B	
	Postest	Pretest	Postest	Pretest
Media	50,92307692	45,07692308	49,76923077	42,53846154
Varianza	340,2435897	366,5769231	359,525641	333,9358974
Observaciones	13	13	13	13
Coefficiente de correlación de Pearson	0,950707185		0,94172108	
Diferencia hipotética de las medias	0		0	
Grados de libertad	12		12	
Estadístico t	3,547376213		4,078612511	
P(T<=t) una cola	0,002007987		0,00076491	
Valor crítico de t (una cola)	1,782287556		1,782287556	
P(T<=t) dos colas	0,004015975		0,001529819	
Valor crítico de t (dos colas)	2,17881283		2,17881283	

Según los resultados el valor del estadístico fue 3,5 para grado 10°A y 4,1 para grado 10°B. Los valores P(T<=t) dos colas que indican el nivel de significancia son menores a 0,05. En ambos casos, los valores de los estadísticos tanto para 10°A como para 10°B se ubican en la zona de rechazo, es decir, se descarta la hipótesis nula y se concluye que existe diferencia significativa entre los valores del pretest y postest (Ver Anexo).

C. Análisis de las diferencias significativas

Cuando se habla de diferencia significativa debemos determinar si fue a favor o en contra para el proceso de formación en registros semióticos. Esto ocurre si los valores del postest son mayores a los del pretest, es decir, existe ganancia en la formación o aprendizajes. A continuación, se muestra un análisis mediante caja y bigotes de los resultados por preguntas (figura 4).

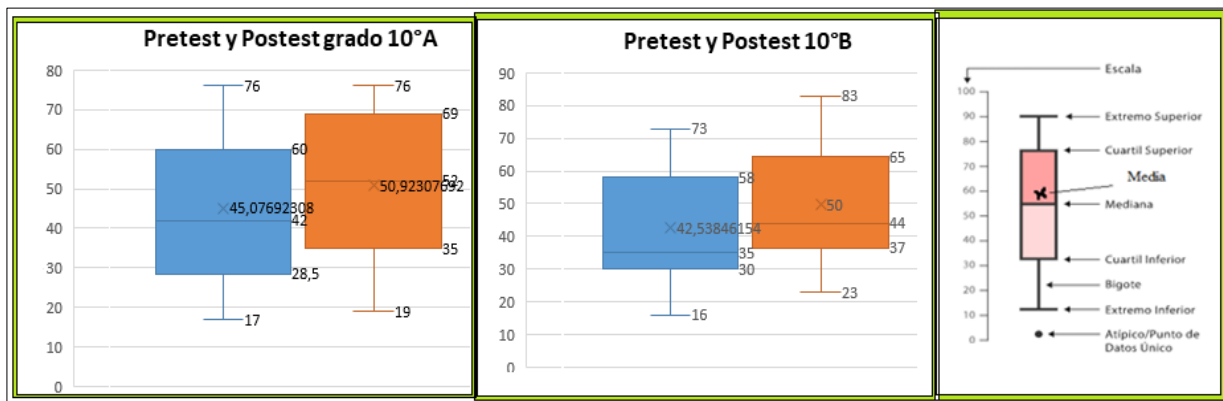


FIGURA 4. Análisis de las diferencias significativas entre el pretest y el postest. Resultados para una muestra de 55 estudiantes. Fuente de la imagen de la derecha: https://datavizcatalogue.com/ES/metodos/diagrama_cajas_y_bigotes.html

De acuerdo con los resultados de la figura 8, existió una ganancia positiva en los niveles de formación en registros semióticos porque se observa un aumento entre los valores del pretest y el postest para ambos grados (extremo inferior, cuartil inferior, mediana, media, cuartil y extremo superior). Los valores están en porcentajes.

D. Análisis cualitativo

Aunque los resultados fueron positivos no son concluyentes y constituyen puntos de referencia para profundizar en investigaciones de los procesos de enseñanza y aprendizaje sobre la física en un contexto no presencial o virtual porque existen múltiples variables que pueden afectar los resultados. Por ejemplo, el cálculo de los coeficientes de

confiabilidad de los instrumentos, en este caso, evaluación pretest y postest utilizando la plataforma Thatquiz, está afectado por posibles errores en el diseño de la prueba, las condiciones de conectividad de los estudiantes y el uso de registros con temáticas diversas.

Los problemas en la conectividad se pueden mejorar, sin que sea la única manera, disminuyendo la carga cognitiva al hacer ejercicios previos, verificar tipos de acceso de los estudiantes y tomarse un tiempo para asesorarlos, realizar actividades en grupos, diseñar registros centrados en una sola temática, realizar pruebas piloto con otros grupos de estudiantes para corregir errores, solicitar la opinión de otros profesores que conozcan el tema y realizar procesos de depuración de registros en la etapa de aplicación de la estrategia, es decir, destinar clases para mejorar las inconsistencia en los trabajos de los estudiantes y los diseños del profesor.

IV. CONCLUSIONES

La construcción colectiva se muestra como una vía posible para mejorar los procesos de formación de registros semióticos en la etapa de reconocimiento de los vínculos entre las representaciones, sus referentes y sentidos. Sin embargo, la modalidad no presencial o virtual en la pandemia exige reconocer los problemas de la brecha digital que afectan a nuestros estudiantes, la carga cognitiva de la interacción con herramientas de la web, la necesidad de diseñar y depurar constantemente los procesos en las actividades didácticas, y, además, mejorar los cuestionarios para verificar apropiación de conocimientos.

Al unificar los tipos de registros en cada pregunta a una misma temática se pueden analizar tendencias para mejorar los procesos de aprendizaje. Por otra parte, una forma en la que se intentó medir la carga cognitiva fue mirando los tiempos promedios por cada estudiante entre los momentos del pretest y postest, sin embargo, no se logró establecer una relación. De igual forma se intentó relacionando el número de interacciones en las actividades, pero tampoco se logró establecer una relación entre este valor, los resultados y los tiempos promedios.

Un aspecto que se recomienda implementar en la propuesta es la etapa de depuración de los registros semióticos elaborados por las estudiantes antes del diseño de las actividades interactivas en la plataforma Educaplay. Esta etapa consiste en la revisión conceptual de los registros. Por ejemplo, aclarar errores conceptuales en la literatura tales como equiparar fuerza centrípeta con fuerza centrífuga cuando la discusión se aclara por la primera ley de Newton.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece de manera muy especial a la Dra. Olga Lucia Castiblanco Abril de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de la Ciudad de Bogotá y su grupo de Investigación GEAF por asesorarnos para acceder a estos espacios de construcción de conocimientos.

REFERENCIAS

ADR formación. (2021). *Educaplay: actividades educativas gratuitas*. <https://es.educaplay.com/>

Barnes-Holmes, D., Valverde, M. R., & Whelan, R. (2005). La teoría de los marcos relacionales y el análisis experimental del lenguaje y la cognición. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 37(2), 255-275.

Botero, J. J. (1993). A propósito de la "representación": la filosofía de la mente de Searle y el cognitivismo. *Universidad Nacional de Colombia*, 42(90), 5-30.

Bunge, M. (1975). La representación conceptual de los hechos. *Teorema: Revista Internacional de Filosofía*, 5(3), 317-360.

Da Silva Faria, M. (2019). Dificuldade de Aprendizagem em Física à Luz da Teoria da Carga Cognitiva. *Sustainability* 11(1).

Dalenoort, G. J. (1990). Towards a general theory of representation. *Psychological Research*, 52(2-3), 229-237. <https://doi.org/10.1007/BF00877531>

Duval, R. (2017). Understanding the mathematical way of thinking - The registers of semiotic representations. In *Understanding the Mathematical Way of Thinking - The Registers of Semiotic Representations*.

- Escriba, S. (2020). 96 *Herramientas de Google para cualquier negocio online*. <https://sergioescriba.com/herramientas-google/>
- Flores P, R. R. (2017). *Aplicación del "Thatquiz" a estudiantes del segundo año de secundaria para elevar el nivel de logro de los estudiantes en el área de historia, geografía y economía de la I. E. "Almirante Miguel Grau Seminario" de la provincia de Ilo*. Universidad Nacional San Agustín.
- Hernández, R., Fernández C, C., & Baptista L, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta). <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Idoyaga, I. (2020). Representaciones Visuales en la Educación en Física. Desafíos para la Alfabetización de la Mente Digital. In *V Encuentro Internacional de Matemáticas y Física, 10° Congreso Nacional de Enseñanza de La Física y La Astronomía*. <https://www.enmafi.com/ponencias>
- Johnson-Laird, P. N. (2010). Mental models and human reasoning. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(43), 18243-18250. <https://doi.org/10.1073/pnas.1012933107>
- León, A. P., & Londoño, G. (2013). Las actitudes positivas hacia el aprendizaje de las ciencias y el cuidado del ambiente. *Amazonia Investiga*, 2(3), 109-129. <https://www.amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/653>
- Lind, D. A., Marchal, W. G., & Wathen, S. A. (2008). *Estadística Aplicada a los negocios y la economía*. McGraw-Hill.
- Marcos-Marín, F. (2020). *Semiótica y Semiología*.
- Marcos, F. (2018). *Humanidades Hispánicas: Lengua, Cultura y Literatura en los Estudios Graduados*. New York: Peter Lang.
- McNabb, D. (2012). Omne Symbolum de Symbolo: Las huellas de Peirce que Derrida no rastreó. *Open Insight*, 3(4), 93. <https://doi.org/10.23924/oi.v3n4a2012.pp93-111.53>
- Mortimer, E. F. (2001). Perfil Conceptual: formas de pensar y hablar en las clases de ciencias. *Infancia y Aprendizaje*, 24(4), 475-490. <https://doi.org/10.1174/021037001317117402>
- Navarro, R. (2016). Thatquiz como recurso Tic para facilitar el aprendizaje de las matemáticas. *Narrativas sobre las prácticas de enseñanza de las matemáticas* (December). <https://www.researchgate.net/publication/311869725>
- Pizarro, D. A. (2014). Identificación de los factores que impiden la relación entre el objeto representado en clases de ciencias naturales y las representaciones externas en el grado décimo de la IETA Fernández Guerra. In *Universidad Nacional de Colombia*. <https://core.ac.uk/download/pdf/77275898.pdf>
- Rodrigo, M. J. (1985). Las teorías implícitas en el conocimiento social. *Infancia y Aprendizaje*, 8(31-32), 145-156. <https://doi.org/10.1080/02103702.1985.10822089>
- Rosario, P. . (2010). *La Filosofía de Gottlob Frege*. 1-42. papers3://publication/uuid/9C2290B2-F3D1-4DA4-8DC2-969F0E24DAAD
- Salica, M. A. (2019). Carga cognitiva y aprendizaje con TIC: estudio empírico en estudiantes de química y física de secundaria. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 24, 67-78.
- Solbes, J., Montserrat, R., & Furió, C. (2007). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia. *Didáctica de Las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91-117. <https://doi.org/10.7203/dces..2428>
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). Cognitive Load Theory. In *Explorations in the learning science, Instructional System and Performance Technologies* (17-25). https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4_2
- Tamayo. (2006). Representaciones Semióticas y evolución Conceptual en la enseñanza de las ciencias matemáticas. *Educación y Pedagogía*, XVIII, 37-49. <http://funes.uniandes.edu.co/10963/1/Tamayo2006Representaciones.pdf>

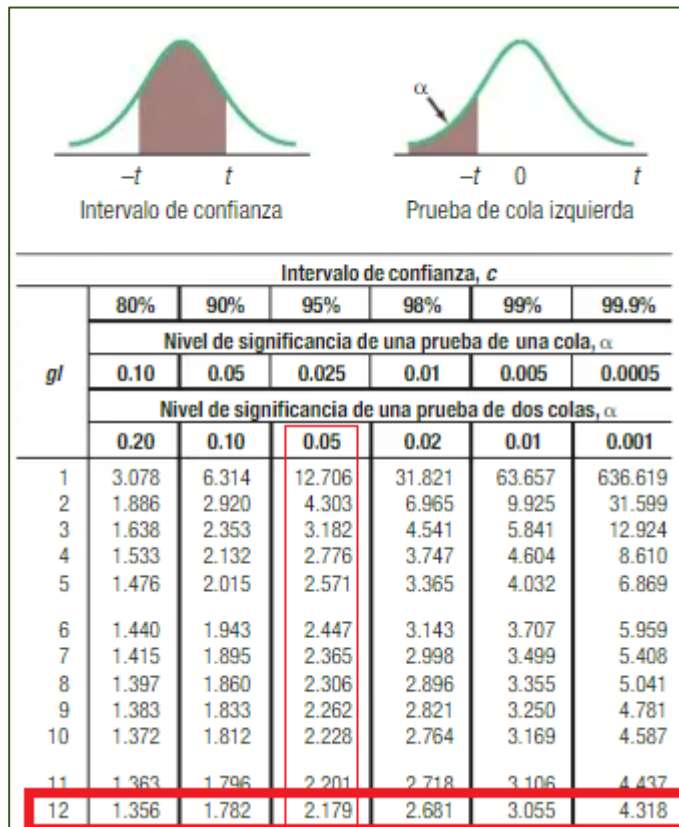
Tamayo, Lopez-Rúa, & Orrego-Cardozo. (2017). *Modelización multidimensional en la didáctica de las ciencias. Una aplicación en la enseñanza y aprendizaje de la inmunología*. 4313-4318.

Thatquiz.org. (2019). Thatquiz. <https://www.thatquiz.or>

Uchasara Q, A. (2019). *Aplicación de la plataforma educativa Thatquiz y su influencia en el aprendizaje del área de matemática en los estudiantes del quinto grado de educación secundaria de la institución educativa Vitarte en el 2017*. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. Lima-Perú.

Varela, F. (1988). *Conocer: las ciencias cognitivas: tendencias y perspectivas*.

ANEXO I



Fuente: <https://es.scribd.com/document/379718283/Distribucion-T-Student>