

Elementos de reflexión para el desarrollo de la semiótica en la física, a partir de la semiótica en las matemáticas y del lenguaje. Parte II



ISSN 1870-9095

Rubén Sánchez Sánchez

Centro de Investigación en Ciencia Avanzada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Legaria. Calzada Legaria No. 694, Colonia Irrigación, Alcaldía Miguel Hidalgo, C.P. 11,500. Ciudad de México, México

E-mail: rsanchezs@ipn.mx

(Recibido el 2 de mayo de 2025, aceptado el 15 de agosto de 2025)

Resumen

En la siguiente reflexión podemos ver algunos conceptos de la semiótica y posteriormente lo conectamos con el proceso de enseñanza escolar, y posteriormente se propone un mecanismo teórico que nos puede servir para entender cómo el uso de los signos, los registros semióticos y su interacción entre sí puede ser usado en la explicación del proceso cognitivo. Este mecanismo es necesario, para poder comprender cómo se pueden comprender posibles metodologías, donde se contemple el uso de la semiótica y los registros semióticos para que los estudiantes puedan aprovecharlos y usarlos de manera eficiente y conveniente para mejorar su proceso de aprendizaje. La tarea del docente sería el diseño de material didáctico que contemple el uso inteligente de la semiótica y los registros semióticos, de una forma que promueva un estilo de aprendizaje activo y efectivo de los estudiantes. En particular, queremos aplicar este esquema en la enseñanza de la física, aprovechando los conceptos que ha utilizado Duval para el aprendizaje de las matemáticas.

Palabras clave: Semiótica, registros semióticos, física, matemáticas.

Abstract

The following reflection will explore some semiotics concepts and later connect them with school education. The aim is to propose a theoretical mechanism that can help us understand how signs and semiotic records interact with each other to explain cognitive processes. This mechanism is necessary to understand possible methodologies where the use of semiotics and semiotic records is considered, so that students can take advantage of them to improve their learning process efficiently and effectively. Teachers would then design teaching materials that promote the intelligent use of semiotics and semiotic records to encourage active and effective learning. Specifically, we intend to apply this approach to physics teaching, building on Duval's concepts for learning mathematics.

Keywords: Semiotics, semiotic registers, physics, mathematics.

I. INTRODUCCIÓN

En la primera parte de este estudio teórico, revisamos las características básicas de la semiótica, y de los símbolos. En esta parte de la revisión vamos a analizar cómo la semiótica y los registros semióticos pueden funcionar en el proceso cognitivo de los estudiantes.

Aprovechando esta aproximación teórica, y la experiencia de Duval con la enseñanza de las matemáticas, podemos realizar un esquema de cómo funciona el proceso cognitivo, con el uso de los registros semióticos.

Este entendimiento nos puede dar un esquema que se puede usar para la proposición de cómo una metodología didáctica puede combinarse con la dinámica de los registros semióticos para que el estudiante pueda aprovechar las virtudes de la semiótica, y estimular un aprendizaje mejor, de los conceptos que se manejen en clase, y en particular para que el estudiante pueda asimilar y aprender los conceptos activos de los procesos físicos que estudian.

II. EL DESARROLLO CLÁSICO DE LA SEMIÓTICA

Charles Sanders Peirce es el padre de la semiótica que es la teoría filosófica del significado y la representación. Todo en cuanto existe, posee un significado y por lo tanto es un signo que puede ser representado y mediante esta representación puede conducir a la mente humano a un nuevo pensamiento que puede, en ciertas condiciones construir un nuevo conocimiento [1, 2, 3].

Piaget hablaba acerca de las representaciones mentales, que cada persona genera acerca del medio donde vive, y las interpreta adueñándose de ella, para un futuro uso como conocimiento adquirido. De ahí se habla de una estructura cognitiva interna ya instalada en las personas.

Según Saussure [4] dentro de la semiótica y en el estudio del signo hay que distinguir entre dos elementos que conviven en él, estos son el “significante” y el “significado”, hay que mencionar que Saussure es uno de los estudiosos de

la semiótica y su papel dentro del sistema lingüístico del ser humano, según Saussure [4] hay objetivos lingüísticos que conviene recalcar:

- Explicar el desarrollo histórico de las lenguas.
- Hallar las leyes generales que preceden a los fenómenos particulares.
- Darse a entender y definir la Ciencia.

Con Saussure la lengua pasa a ser el espectro social del habla individual y es la capacidad de expresar sentimientos, pensamientos, ideas y opiniones de las personas. Los signos son el vehículo que utiliza la lengua para poder transmitir estas ideas a través del tiempo, haciendo las narrativas más perdurables, siempre y cuando, las transcripciones y/o duplicados se realicen con cuidado y fidelidad.

Peirce introdujo el concepto de pragmática semiótica, desde el cual puede verse uno de los primeros esfuerzos por llevar al ámbito educativo los conceptos y principios que se manejan en la semiótica, para practicarlas en el aula. También y gracias a él se estableció lo que se conoce en semiótica como el triángulo donde está la llamada triada del signo, que puede verse como una mejora de la dualidad presentada por Saussure y establecida por el significante y el significado.

El interpretante es importante dentro de esta triada, porque según la persona que percibe el signo, puede tener una u otra idea o representación interna mental, cuando el mecanismo de valoración de la persona entra en acción. El signo evoluciona a lo largo del tiempo, de acuerdo con los interpretantes que entren en acción cada vez que haya que ponderar un signo, así es como hay una dinámica de cambio ligada al signo dentro de la semiótica.

El signo según Peirce [5] está conformado por tres elementos esenciales: “Representamen” similar al significante de Saussure, el “objeto” que es aquello a lo que se refiere el signo y el “interpretante” que es la representación mental de una persona cuando ve o escucha al signo. Véase la figura 1.

Para precisar: El representante es la representación de algo, ósea es el signo de la teoría semiótica. El interpretante lo que se produce en la mente de la persona gracias al representante. El objeto, es aquello a lo que se refiere el representante [6].

Así, la semiótica tuvo principalmente dos expositores tempranos Peirce y Saussure [7]; posteriormente, Duval recoge las ideas de Piaget [8] y de Peirce, dándoles un nuevo sentido y significado práctico en lo que conocemos como la semiótica aplicada a la educación de las matemáticas.

III. TIPOS DE TRANSFORMACIONES DE REGISTROS SEMIÓTICOS

Los registros semióticos son auxiliares en el conocimiento y entendimiento de varios aspectos y propiedades de las Matemáticas, y también de la Física. Para poder aprovecharlos, es necesario también tomar en cuenta las relaciones que se pueden tener entre diferentes registros y con los mismos registros por sí mismos. Esto será importante, en

la medida en que entendamos cómo estos juegan un papel primordial dentro de los procesos cognitivos.

De hecho, el ser humano, se distingue por la manera en cómo inventa, diseña y utiliza distintos registros en su comunicación, para transmitir ideas, sentimientos y propósitos, y también para preservar información; sin los sistemas de signos avanzados, muchos de los conocimientos de la humanidad se habrían perdido en el tiempo.

Regresando a nuestro punto, la mente humana puede ejercer ciertas acciones sobre los registros semióticos, ya sea sobre sí mismos, o sobre otro registro semiótico, éstas las llamó Duval, transformaciones. Existen dos tipos importantes: Las transformaciones de registros semióticos sobre sí mismos que tienen diferentes representaciones de una misma identidad, que se llaman tratamientos, y las transformaciones de diferentes registros semióticos que representan diferentes representaciones y se pueden relacionar con algún concepto o fenómeno natural, y estas se llaman conversiones.

Tanto los tratamientos como las conversiones son de vital importancia dentro de la teoría de Duval y juegan un papel importante para comprender como éstas intervienen dentro de los procesos cognitivos de pensamiento.

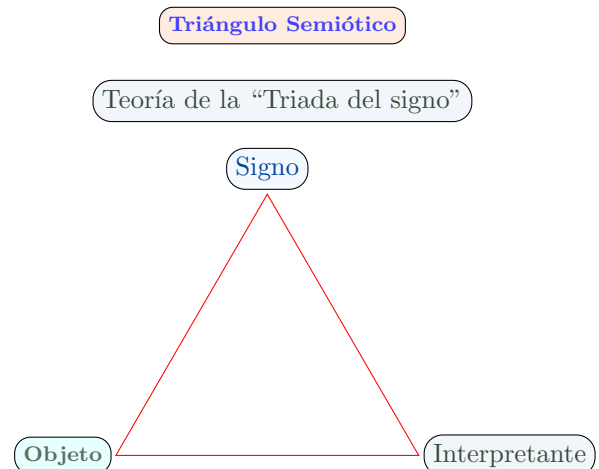


FIGURA 1. La triada del signo. Se muestran los tres componentes de la triada de Peirce para el signo.

Esto nos ayudará a entender mejor el aspecto teórico, que se debe de tener en cuenta en la educación, ya sea de las Matemáticas o de la Física. En la figura 2 se ilustran los tipos de transformaciones semióticas de Duval. Según el autor, es importante comprender la forma en como los registros semióticos se transforman, cuando las personas tratan de asimilar y comprender un nuevo concepto. Conceptos que de alguna forma las podemos ver como si fueran nuevas estructuras internas de conocimiento.

El hecho de que los registros sufren transformaciones, también es fundamental para comprender las relaciones que tienen, y si dichas relaciones son lógicas y se pueden mantener como principios básicos, dentro de una disciplina.

Los principios básicos de una disciplina son fundamentales para dominarla y comprenderla, además a partir de ellas se pueden derivar nuevos principios o

conocimientos. Esto es particularmente cierto, en las matemáticas. En la física, esto es a veces suficiente, y a veces, se necesita el apoyo adicional del experimento. La matemática es un campo de conocimiento exacto, y lógico, mientras la física, siempre trata de describir la realidad y

tratar de hallar las leyes que rigen el comportamiento de los fenómenos naturales, y siempre dando evidencia y pruebas que sean racionales y que tengan el suficiente grado de confiabilidad.

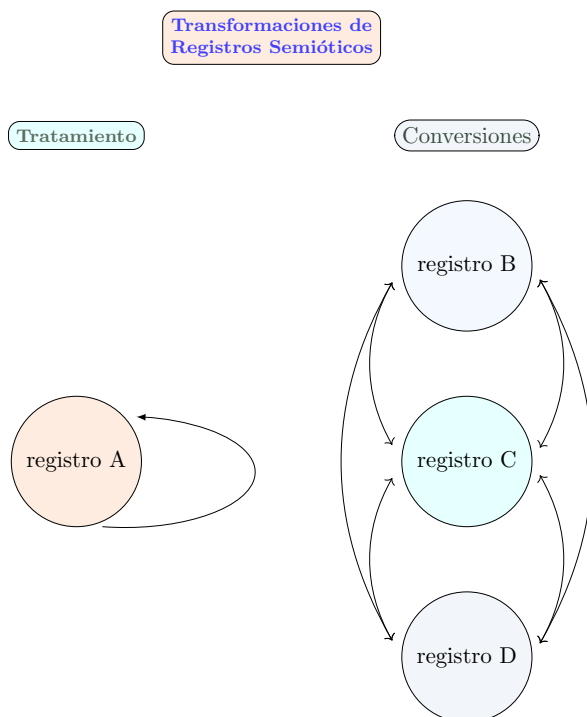


FIGURA 2. Tipos de transformación. Se muestran los tipos de transformación que puede haber entre registros semióticos, según la teoría de Duval.

IV. ELEMENTOS FUNCIONALES DE LA SEMIÓTICA

Existen dos partes que juegan o se interrelacionan dentro del campo del estudio de la semiótica y que es importante distinguir y que entran dentro del fenómeno de la aprehensión humana: la “semiosis” y la “noesis”.

La “semiosis” es la parte de la aprehensión de las representaciones semióticas, es decir, es la aprehensión que trata sobre la producción y preparación de un registro semiótico. Y la “noesis” que se refiere a la aprehensión conceptual de los objetos representados y por lo tanto trata de los actos cognitivos [9]. Según Duval parece que la noesis es independiente de la semiosis y vendría guiándola y dirigiéndola, y sería el eje sobre el cual se debe de manejar el funcionamiento de la semiosis. Es de fundamental importancia conocer esta diferencia para poder elaborar un trabajo útil desde el punto de vista de la didáctica y de la psicología.

La semiosis entra en una dinámica o relación entre lo que sería la configuración percibida por el sujeto a través de un signo y la configuración evocada que aterriza en el significado al que alude al signo. En cambio, para la noesis interna de cada persona, después de interpretar el mensaje, este puede tener una connotación positiva o negativa, que se acomoda de acuerdo con el conocimiento previo del sujeto.

Piaget nos mostró un esquema de pensamiento humano, donde los conocimientos son estructuras internas de pensamiento, y estas se “acomodan” con estímulos provocados por eventos externos, que discrepan de la información ya previamente guardada por las personas. Y es en este proceso de acomodación, que se da el proceso del aprendizaje, construyéndolo a partir de la estructura antigua y adaptando el nuevo conocimiento al antiguo. Como se observa, Piaget en 1969 tiende a excluir la lengua de toda actividad intelectual matemática, y sólo con las ideas de Vygotsky en 1985 la lengua se reintegra en el proceso [9, pag. 19].

Según Duval en todo conocimiento matemático, se guía el conocimiento a través de dos ideas para descubrir la potencia cognitiva y creadora de la lengua natural. La primera idea [9, cap. 2] tiene que ver con cuatro niveles de organización discursiva de la lengua:

- La función referencial de designación de objetos.
- La función apofántica de expresión en enunciados completos.
- Expansión discursiva del enunciado.
- La función de reflexividad.

La segunda idea tiene que ver con la producción de la expresión, exceptuando la expresión producida.

En la siguiente sección explicaremos cómo estos elementos son los eslabones necesarios para poder comprender cómo la semiótica, influye en la educación, y cómo ella es necesaria para comprender la acción y el efecto que tiene dentro de la construcción de las estructuras del conocimiento. El autor quiere, así, tener y explicar una versión teórica de cómo funciona la semiótica en el aprendizaje de las personas.

V. TRABAJO EN LA EDUCACIÓN Y EN LOS CONCEPTOS MATEMÁTICOS

Debemos decir que aquí, aunque el trabajo de Duval [9] se enfocó a la aplicación de la semiótica en la didáctica de las matemáticas, bien podría traerse y adaptarse a otros campos del conocimiento como lo es la física. En este respecto lo que hemos aprendido del desempeño de la semiótica para apoyar los procesos cognitivos en matemáticas, igualmente se puede percibir para aplicarlos a la enseñanza de la física.

Es de esta forma en cómo podemos rescatar los registros semióticos de la matemática y utilizarlos en los

conocimientos de la física, con el fin de adaptar estos registros para mejorar el aprendizaje de conceptos físicos. Esto se justificaría dada la demanda de la sociedad en la formación de nuevas personas trabajadoras, que apliquen sus conocimientos de la física en el ámbito laboral.

VI. APLICACIÓN PARA EL DOMINIO DE CONCEPTOS DE LA FÍSICA

Así como el funcionamiento cognitivo que opera en la actividad intelectual del pensamiento matemático, depende de los registros de representación semiótica. Deben de existir los correspondientes registros semióticos que cooperan, para la transformación de las estructuras del conocimiento físico en nuevo conocimiento.

Luego hay una obra de la semiosis y el pensamiento humano que otorga el empleo del lenguaje natural para poder transformar los conocimientos previos en estructuras de pensamiento nuevo, que logren construir los nuevos conceptos de la física, ya sea ésta la clásica o la moderna, en la mente humana.

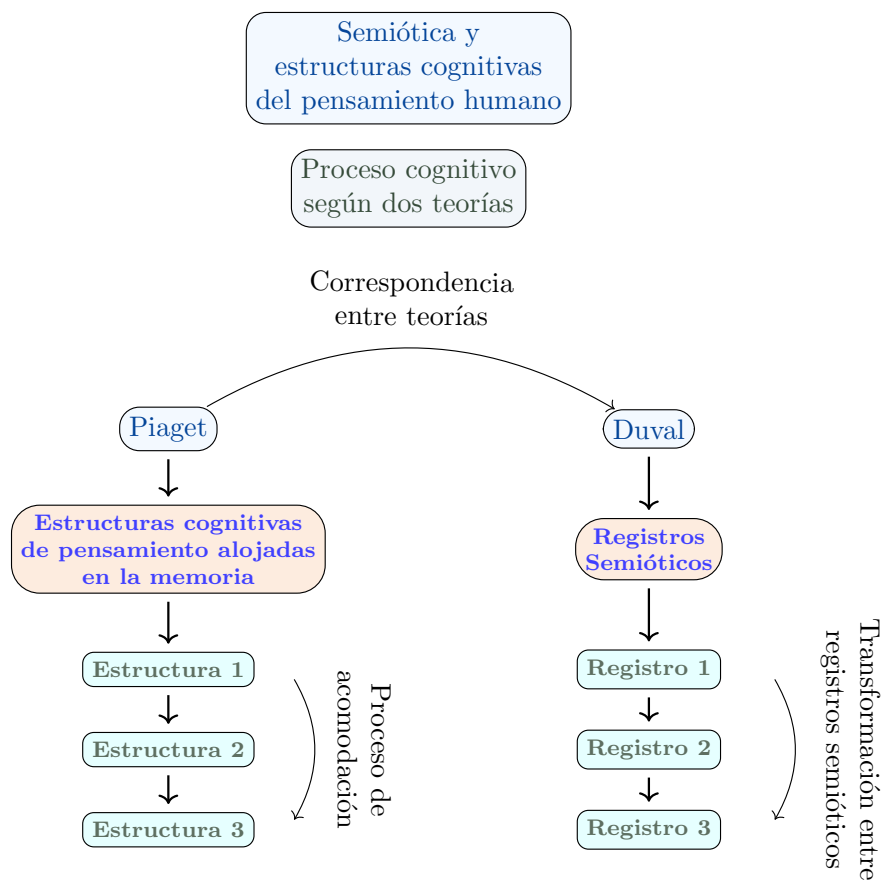


FIGURA 3. Semiótica y estructuras cognitivas del pensamiento. Correspondencia entre dos aproximaciones teóricas del proceso de aprendizaje en las personas, explorada desde la argumentación de Piaget, y posteriormente analizada desde la perspectiva de los registros semióticos de Duval.

Así como existe una transformación de estructuras de conocimiento dentro de la teoría de Piaget, debe de existir

una transformación similar en el campo de la semiótica que se corresponda con el proceso de acomodación de Piaget.

Dentro de las representaciones del significado debe entonces existir un proceso de cambio, para utilizar estas ideas de la mejor forma, el autor de este escrito piensa que la correspondencia se da en el terreno de los registros semióticos, de esta forma debemos de utilizar el concepto de transformación entre los registros semióticos que hay y se utilizan en la física, para poder explicar los procesos de cambio y transformación cognitiva en el campo de la física, los fenómenos naturales y la obtención de la comprensión de los conceptos más profundos y elementales de la física.

VII. CORRESPONDENCIA ENTRE REGISTROS SEMIÓTICOS DE DIFERENTES CAMPOS DEL CONOCIMIENTO HUMANO

Así, que debe de haber una transformación de registros semióticos para el principio de conservación de la energía, otra para el principio de la conservación del momento lineal y aún otra para el principio de la conservación del momento

angular, tanto dentro de la mecánica clásica como de la cuántica.

Desde el punto de vista de la física, es necesario comprender y utilizar conceptos y métodos estandarizados a través de formalismos que van desde la descripción del problema con lagrangianos o hamiltonianos, hasta descripciones punto a punto como la que se revisa a través del formalismo newtoniano de la mecánica clásica. Utilizando las herramientas que se ofrecen desde la semiosis, las diferentes representaciones de objetos, campos, fuerzas, vectores y parámetros con los registros semióticos múltiples y manejando sus dos clases de transformaciones: (los tratamientos y las conversiones); se pueden emplear, para llegar a la “comprensión” de los conceptos involucrados y los mecanismos de funcionamiento natural que subyacen a las leyes físicas expresadas, desde luego, con los registros semióticos de sus ecuaciones matemáticas.

Debemos entonces entender, en este punto que las relaciones entre registros semióticos matemáticos y físicos, son y están estrechamente relacionados entre sí.

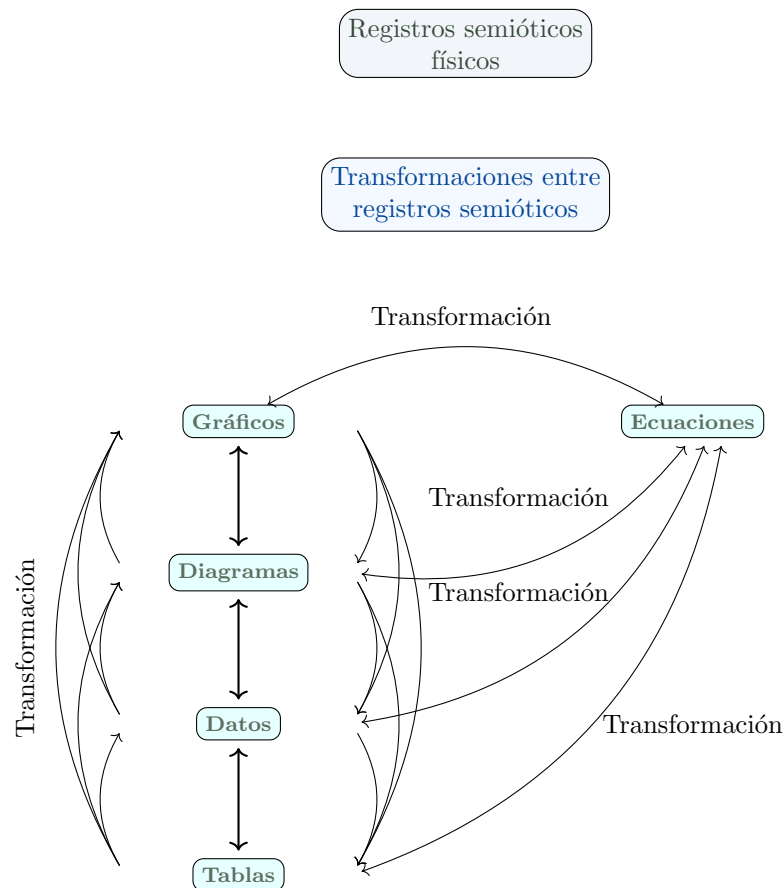


FIGURA 4. Transformaciones entre registros. El alumno debe de conseguir realizar varias transformaciones entre diferentes registros semióticos con interpretación Física, y esto sería esencial para comprender el proceso cognitivo en la Física. Las flechas representan dichas transformaciones.

Por ende, podemos extrapolar el trabajo que Duval ha hecho con la teoría semiótica en matemáticas, al caso en que se usa en física, donde cada registro en lugar de representar sólo números, sumas u otro ente matemático, ahora puede

representar corriente eléctrica, voltaje, rapidez, presión, volumen, campo de inducción magnética, temperatura, curvatura espacio-temporal, etcétera, dependiendo del contexto físico que se esté estudiando, y manejando cada

registro con cuidado y observando las relaciones que tienen de acuerdo a las ecuaciones de campo o de movimiento en turno. De esta forma podemos establecer un análisis semio-cognitivo adecuado a las ciencias físicas, muy similar a los análisis semio-cognitivos matemáticos originales de Duval.

El éxito del trabajo entre las relaciones dependerá de nuestra imaginación para aplicar los conceptos que en matemáticas se manejan en representaciones de objetos en física, realizando, como ya dijimos antes, una translación de las funciones cognitivas matemáticas a las físicas. Esto no debería ser difícil, dado que la herramienta representativa de la física teórica subyace sutilmente en el lenguaje matemático, de las ecuaciones de estado, de movimiento o de la dinámica de los diferentes contextos naturales.

VIII. CONCLUSIONES

En su libro, Duval [9] acierta que toda su obra sobre la semiótica la ha escrito con el afán de ubicar las causas de las dificultades recurrentes de los alumnos e indagar a partir de su trabajo qué actividades se pueden desarrollar en el salón de clases, y esto no con el fin de ubicar la comprensión local, sino para lograr que el alumno sea autónomo en su adquisición de nuevos conocimientos. Esto mismo pretendemos lograr aquí, pero trasladado y adaptado para las necesidades del aprendizaje de los conceptos de la física fundamental. Y una vez conseguido esto, formar un criterio teórico y práctico para cimentar los criterios científicos que el alumno requerirá para un trabajo posterior de investigación en el desarrollo de nuevos conocimientos de la física básica. O alternativamente, después de la consolidación de los conocimientos básicos, que el alumno encuentre las aplicaciones prácticas que le permitan su desarrollo intelectual dentro de la ingeniería o el desarrollo del soporte de infraestructura, que sirva a los propósitos de nuestras sociedades.

AGRADECIMIENTOS

El autor de este escrito quiere agradecer el apoyo recibido en la elaboración de este artículo a la SECIHTI por el proyecto IH-2025-I-125, titulado “Aprendizaje basado en Proyectos y

Problemas en la enseñanza de la Física”, y al Instituto Politécnico Nacional por el apoyo recibido con el proyecto SIP 20253853 titulado “Representaciones semióticas y su efecto en el aprendizaje de la ley de Ohm mediante el aula invertida”.

REFERENCIAS

- [1] Aprendemos de todo. Teoría de registros de representación semiótica de Reymond Duval - #pedagogia. [Video de 2020]. YouTube. <<https://www.youtube.com/watch?v=txqISp04Ajl>>, consultado el 3 de abril de 2025.
- [2] Espanhol EAD. Semiología, Semiótica y Signo Lingüístico. [Video de 2015]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=BS_C-11bHCQ>, consultado el 2 de abril de 2025.
- [3] Veliz, C., Semiología – Clase 01. [Video de 2020]. Youtube, <<https://www.youtube.com/watch?v=yiSdD0mDEh8>>, consultado el 1 de abril de 2025.
- [4] Rivera Díaz, A. G. Teoría lingüística Saussure, de 2022, <<https://lucaedu.com/teoria-linguistica-saussure/>>, consultado el 2 de abril de 2025.
- [5] Teoría de la comunicación I, de 2015, <<https://teoriasunam2203.weebly.com/triada-de-charles-peirce.html>>, consultada el 4 de abril de 2025.
- [6] Rivera Díaz, A. G. Teoría lingüística Saussure, de 2022, <<https://lucaedu.com/teoria-linguistica-saussure/>>, consultado el 2 de abril de 2025.
- [7] TeoCom. La Semiótica según Saussure y Peirce. [Video de 2023]. YouTube, <<https://www.youtube.com/watch?v=cpow2qgxu3k>>, consultado el 2 de abril de 2025.
- [8] Piaget, J., *La equilibración de las estructuras cognitivas: Problema central del desarrollo* (Siglo XXI Editores, Ciudad de México, México, 1978).
- [9] Duval, R. & Vega Restrepo, M. B. *Semiosis y pensamiento humano: Registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. (Colección Ciencias Sociales, Programa Editorial, 2da. Edición, Universidad del Valle, Cali, Colombia, 2017).