



CONOCIMIENTO PREVIO EN MATEMÁTICAS Y SU INFLUENCIA EL APRENDIZAJE DE CÁLCULO DIFERENCIAL EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHIHUAHUA

Luis Hernán Arellano Ulloa

Instituto Tecnológico de Chihuahua

luis.au@chihuahua.tecnm.mx

Jesús Francisco Duarte Martínez

Instituto Tecnológico de Chihuahua

jesus.dm@chihuahua.tecnm.mx

Julio César Franco Morales

Instituto Tecnológico de Chihuahua

L18061015@chihuahua.tecnm.mx

Área temática: Procesos de aprendizaje y educación

Línea temática: Procesos cognitivos y socio-afectivos

Tipo de ponencia: Reporte parcial de investigación



Resumen

En la investigación de corte cuantitativo se consideran los conocimientos previos de álgebra, trigonometría, aritmética y algunos conceptos relacionados a las matemáticas, como prerrequisitos que junto con la motivación, determinan el aprendizaje del cálculo diferencial en ingeniería. La medición de conocimientos previos y aprendizaje de cálculo diferencial emplea pruebas de rendimiento máximo. Participan 895 estudiantes a lo largo de 2 semestres. Los resultados indican que existen índices de más del 60% de reprobación. Los resultados permiten identificar los conocimientos previos y aprendizajes de cálculo diferencial que son declarativos y procedimentales con mayor presencia de errores en los estudiantes, lo que en futuras investigaciones se aplicará el instrumento de conocimiento previo para identificar a estudiantes en riesgo de reprobación y hacer intervenciones didácticas remediales. Existe la posibilidad de emplear los instrumentos como evaluaciones departamentales para la materia de cálculo diferencial y de replicar la investigación en otras materias con altos índices de reprobación y deserción.

Palabras clave: Aprendizaje de las matemáticas, conocimientos previos, motivación, deserción, educación superior tecnológica.

Introducción

Un proceso de aprendizaje, interactúa con un sinnúmero de factores que determinan el resultado en el desempeño académico. Sin ser exhaustivos podemos destacar factores como son: el conocimiento previo (Alexander y Judy, 1988; Ambrose, Bridges, Lovett, DiPietro y Norman, 2010; Ausubel, Novak y Hanesian, 2006; Bloom, 1956; Dochy, 1991; Dochy y Alexander, 1995; Hailikari, 2009; Hattie, 2009) las características sociales (Alexander y Judy, 1988; Dochy, 1991; Tinto, 1992); los atributos básicos del individuo como el sexo y la raza (Tinto, 1992); la intención, los propósitos, intereses y el compromiso, así como el estrés y la ansiedad (Hattie, 2009); la motivación (Alexander y Judy, 1988; Boiché, Sarrazin, Grouzet, Pelletier y Chanal, 2008; Garris, Ahlers y Driskell, 2002; Graham y Weiner, 1996; Hattie, 2009; Wong, 2012); la autoeficacia (Bandura, 1971, 1982, 2006); la capacidad de comunicarse y socializar (Porter, 2008); la personalidad (Porter, 2008); las emociones (Kleres, 2010); el tiempo dedicado al estudio (Dochy, 1991; Grouws y Cebulla, 2000); los enfoques y estilos de aprendizaje (López, Esteban y Pérez, 2006); la claridad del material de estudio y el desempeño académico previo (Dochy 1991; Knoors, 1995).

Dentro de los estudios realizados en relación con el aprendizaje, el conocimiento previo representa el mayor contribuyente en el aprendizaje (Alexander y Judy, 1988; Ambrose, et al., 2010; Ausubel, Novak y Hanesian, 2006; Bloom, 1956; Chi y Ceci, 1987; Dochy, 1991; Dochy y Alexander, 1995; Hailikari, 2009; Hattie, 2009; Marzano, 2004; Meltzer, 2002; Roschelle, 1995; Sagastizabal, Perlo, Pivetta y San Martín, 2009; Shapiro, 2004; Thompson y Zamboanga, 2004).

Ausubel, Novak y Hanesian (2006) afirman lo siguiente: “Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, diría que es este: El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto, y enséñese consecuentemente” (p. 1). El aprendizaje significativo ocurre a través de una interacción de la nueva información con las ideas relevantes existentes en la estructura cognoscitiva.

El conocimiento previo es referido por Bloom (1956) como un prerrequisito para el aprendizaje de nueva información con más antecedentes relacionado con el aprendizaje, incluso se ha mencionado como una fuerte relación causa-efecto entre el conocimiento previo y el aprendizaje. El estado en el que se encuentren los conocimientos previos puede favorecer o complicar que se adquiera nuevo conocimiento (Ambrose et al., 2010; Carey, 1999; Chi, 2008; Dochy, 1991; Dochy y Alexander, 1995; Goris y Dyrenfurth, 2010; McClelland, 2013; McNeil, 2008; Smith, diSessa y Roschelle, 1993; Thompson y Zamboanga, 2004).

Los conocimientos previos son complejos debido a su diversidad en cantidad, contenido, estructura, estado, entre otras de sus cualidades (Arellano 2017). Dochy y Alexander (1995) clasifican en tres estados al conocimiento: declarativo relacionado a conceptos y definiciones; procedimental que implica acciones, pasos o secuencias y condicional referente al contexto espacio-tiempo y a la situación del sujeto. Los instrumentos

desarrollados en esta investigación de conocimientos previos y de aprendizaje de cálculo diferencial, consideran conocimientos declarativos y procedimentales.

Sobre la motivación hacia la ciencia

Como antecedentes, Blanco (2007) menciona que los estudiantes mexicanos y latinoamericanos quedan en evidencia cuando se observa el tipo de competencias que han logrado desarrollar. El 21% de los estudiantes alcanzó el nivel 2 en el examen PISA (2004, pp. 354, 443). En el nivel 2 los sujetos aplican conocimientos declarativos pero no logran desarrollar el conocimiento procedimental para resolución de problemas. El 66% de los alumnos no alcanza el nivel 2; únicamente responden preguntas en las que se brinda toda la información.

Perilla, Valencia, y Chacón, (2022) analizaron los factores que afectan el desempeño en Cálculo Diferencial en la Universidad Santo Tomás. En su examen diagnóstico los alumnos no dominaban todos los temas necesarios para poder aprobar la materia, donde sus resultados indican que los temas con mayor deficiencia son: manejo de ecuaciones cuadráticas, simplificar expresiones algebraicas y factorizar. Incluso después de dar un taller de refuerzo la cantidad de respuestas incorrectas no disminuyó significativamente. Aunado a esto, en educación superior Hernández-Quintana y Cuervas (2013), observaron que gran parte de los estudiantes de bachillerato, no tenían los conocimientos previos necesarios pues su nivel de competencia en álgebra, trigonometría, geometría analítica y geometría plana no era suficiente.

Dentro del Instituto Tecnológico de Chihuahua, en una investigación previa (Arellano, Guerrero y Guzmán, 2012), se analizaron los índices de reprobación en la materia de Cálculo Integral porque era la materia con más altos índices de reprobación. Ahí se observó una alta correlación entre resultado de los conocimientos previos en matemáticas utilizando el examen de admisión CENEVAL. Debido a que no se contaba con información relacionada a las preguntas de CENEVAL se optó por desarrollar los instrumentos de conocimientos previos. Cabe destacar que esa investigación nos llevó a analizar los conocimientos previos de Cálculo Diferencial puesto que es una materia prerrequisito para Cálculo Integral y las deficiencias que tengan los alumnos en esta última, se relacionan al poco dominio de la materia de Cálculo Diferencial.

En una investigación realizada dentro de la UNAM, se entrevistó 263 profesores pero sólo el 72.3% de la población elegida participó, porque algunos profesores rechazaron el sobre, otros no fueron localizados y unos tantos más no fueron devueltos. (Arnaud, Sánchez, Galindo, Franco y Ruíz, 2022). Esta problemática de falta de involucramiento del 100% de los profesores, también refleja un efecto en los resultados de las investigaciones, pues en ocasiones, son estos mismos profesores los que tienen un alto índice de reprobación y deserción. Además, los profesores entrevistados, afirmaron que uno de los causantes de la deserción es la vocación, ya que las expectativas que se tienen sobre la carrera y sus contenidos al ingresar llegan a ser confusas

en el estudiante provocando en muchos casos esa falta de dedicación. Así como también se mencionan que la desmotivación proviene del ambiente emocionalmente hostil de la Facultad.

Por último cabe mencionar que Rochin (2021) puntualiza la importancia de atender a los estudiantes de nuevo ingreso, pues se enfrentan a un ámbito académico que les exige retos y responsabilidades con los que no están familiarizados, ya que el primer año universitario constituye un punto crucial entre decidir seguir o abandonar sus estudios.

Por esto, se vuelve importante determinar el efecto que tienen los conocimientos previos en el aprendizaje de matemáticas en los estudiantes de ingeniería de nuevo ingreso para identificar los estudiantes en riesgo de reprobación o abandono escolar y atender anticipadamente sus deficiencias de conocimientos previos.

Algunas de las preguntas que surgen son: ¿Cuál es la relación entre los conocimientos previos en álgebra, trigonometría, aritmética y el aprendizaje de cálculo diferencial? ¿Existe una diferencia significativa entre los grupos de enero-junio y los de agosto-diciembre?

¿Cuáles son las características del instrumento que mide los conocimientos previos y el de aprendizaje de cálculo diferencial?

Desarrollo

Para establecer el desarrollo de esta investigación, contamos con el antecedente realizado dentro de la institución. Nos vimos a la tarea de desarrollar un instrumento que mida los conocimientos previos de Cálculo Diferencial. En el caso particular de las matemáticas, se diseñaron reactivos de opción múltiple con cuatro opciones de respuesta. Las áreas que contempla esta evaluación diagnóstica son: álgebra, trigonometría, geometría y aritmética principalmente. El instrumento consta de 21 preguntas: 6 de conocimientos previos declarativos y 15 de conocimientos previos procedimentales. El diseño del instrumento se apoya en manuales para la elaboración de instrumentos (AERA, APA y NCME, 2014; Carreño, 2001), que sirven como guías para estandarizar los reactivos contribuyendo a la consistencia interna del mismo. Algunos aspectos útiles de estos manuales atienden aspectos de confiabilidad y validez del instrumento, una buena redacción de los reactivos y extensión de los mismos, considerando buenos distractores entre las opciones múltiples. También los reactivos fueron revisados por maestros expertos en la materia, lo cual aporta en la validez de contenido, para que los temas sean los más representativos en cuanto a la adecuación del instrumento en relación a lo que se pretende medir (Kerlinger y Lee, 2002; Landero y González, 2006).

En relación al diseño del instrumento de medición del aprendizaje de Cálculo Diferencial, se revisó el programa de la materia, se eligió la unidad más representativa de la materia en cuanto a impacto en la materia de Cálculo Diferencial y Cálculo Integral, se optó por medir el aprendizaje de la unidad de Derivadas, cuyo contenido temático incluye: concepto de incremento, derivada conceptual y geoméricamente, la derivada como un

límite y la definición de un diferencial, derivadas de potencias, funciones exponenciales, trigonométricas, logarítmicas, derivadas de orden superior y derivación implícita. En este instrumento se consideraron también los manuales y la revisión de expertos anteriormente mencionados. El instrumento se constituye de 12 preguntas de opción múltiple: 5 de conocimientos previos declarativos y 7 de conocimientos previos procedimentales.

La aplicación de los instrumentos fue por medio de la plataforma Moodle y los estudiantes ya estaban previamente inscritos en un curso exclusivamente abierto para esta investigación. Los profesores fueron notificados previamente sobre la aplicación del instrumento de conocimientos previos el viernes de la segunda semana de clases y la aplicación del instrumento de aprendizaje de cálculo diferencial, aproximadamente la semana 14. Este fue uno de los principales desafíos administrativos de la investigación, la coordinación de los participantes, debido a que los estudiantes llevan clase con diferente profesor y en diferente horario, por lo que se pidió la colaboración de los profesores de la academia de matemáticas prestando la hora de su clase en 2 sesiones. Algunos de los profesores decidieron no apoyar con sus grupos porque esto afectaba en la planeación de sus clases y no les alcanzaba el tiempo para cumplir con el programa de la materia. En el semestre agosto-diciembre 2022 de 26 grupos se contó con la participación de 20. Los grupos que no pudieron participar fueron por los siguientes motivos: 2 grupos no fueron considerados por que eran de la modalidad de Educación a Distancia y los grupos tienen un comportamiento atípico pues están expuestos a menor cantidad de horas frente a clase y son estudiantes con otras características; 2 profesores con 2 grupos cada uno, decidió no participar en la investigación, argumentando que no quieren perder sus clases. De un total de 16 maestros impartiendo la materia de cálculo diferencial, participaron 12, lo que representa el 75% de la población de profesores.

En el semestre enero-junio 2023 de 18 grupos disponibles, solo se contó con la participación de 11, lo que representa un 61% de la población estudiantil llevando la materia de cálculo diferencial. Los grupos que no participaron fue porque un grupo era de la modalidad de educación a distancia, uno de los profesores con 3 grupos de cálculo diferencial no hizo la planeación de sus clases considerando esas 2 sesiones solicitadas, siendo que previamente se le había notificado; otro profesor si apoyó con la aplicación del instrumento de conocimientos previos, pero en la etapa de la aplicación del instrumento de aprendizaje de cálculo diferencial no facilitó a un grupo debido a que no terminaría el programa de la materia si perdía esa sesión y un tercer profesor no pudo apoyar porque en la aplicación del instrumento de aprendizaje de cálculo diferencial, ya no contaba más que con un alumno, el resto habían desertado. De un total de 9 maestros impartiendo la materia de cálculo diferencial, participaron 7, lo que representa el 77% de la población de profesores.

Conclusiones

Dentro de los resultados en la tabla 1 se puede observar que la reprobación y la deserción en la materia de cálculo diferencial son mayores en el semestre de enero-junio 2023, que en el semestre agosto-diciembre 2022. Esto confirma una de las preguntas de investigación, la evidencia de estos resultados es que regularmente los estudiantes que entran en el semestre enero-junio, son estudiantes que no fueron aceptados en el semestre de agosto-diciembre o que dejaron de estudiar entre el cambio de educación media superior a educación superior.

Algunas de las limitantes del estudio fueron del tipo administrativo, ya que no hubo disposición por parte de algunos de los profesores que tienen mayores índices de deserción y reprobación. También el tiempo es un recurso limitado, ya que los instrumentos fueron diseñados con la finalidad de que los estudiantes los pudieran realizar en un tiempo estimado de una hora, pero en ocasiones tener un banco más amplio de preguntas permite tener una visión más completa del espectro de las variables de medición.

Dentro de la institución, algunos de los estudiantes externan su temor hacia la evaluación, considerada como un castigo o un problema o asignándole una connotación negativa al ser evaluados. Otros estudiantes externaban que no se les daba el programa de la materia al inicio del curso, ni se les indicaba cuáles serían los criterios de evaluación. En sus evaluaciones algunos externaron que cuándo podrían saber sus errores para poder corregirlos, esto principalmente por que indicaban que algunos profesores no les entregan resultados de sus exámenes para llevar con ellos.

En relación a los profesores, algunos de ellos se mostraron muy a favor de emplear estos instrumentos como evaluación departamental, que pudiera ser considerada como un porcentaje de la calificación. Se mencionó que es importante que todos los profesores conozcan los instrumentos, principalmente por su contenido, ya que esto puede ayudar a estandarizar criterios en la profundidad de los temas a evaluar. Se entregó a cada profesor participante un reporte con los resultados de sus estudiantes, pero también se presentará un informe con los reactivos con más errores para tratar de mejorar los resultados en esos temas. Además, por parte de los profesores que no participaron, es visible el temor a ser evidenciados en las evaluaciones ya que una sesión perdida, no impactaba a tal grado de no alcanzar a ver el programa de la materia.

Es importante analizar dentro de la institución, la cultura a la evaluación, cuales son los motivos por los que los estudiantes se sienten amenazados o preocupados en la reprobación, si es percibida como un castigo y no como una retroalimentación hacia las deficiencias de aprendizaje. También puede ser relevante analizar la cultura a la evaluación de los profesores, ¿cómo la perciben? ¿Cómo algo sagrado? ¿Cómo un instrumento de poder y de control hacia los estudiantes?

Tablas y figuras

Tabla 1. Resultados de la investigación con los indicadores por semestre

Indicador	Semestre agosto-diciembre 2022	Semestre enero-junio 2023
Cantidad de participantes inicio	568	325
Cantidad de participantes final	402	197
% Deserción	29%	39%
Estudiantes aprobados en derivadas	159	42
% Reprobación	60%	79%
Temas con más errores en conocimiento previo	<i>Declarativo:</i> Nombre de elementos en expresión algebraica, nombre de términos en ecuación lineal, <i>Procedimental:</i> operaciones con fracciones, operaciones aritméticas (suma-resta, multiplicación, potencia)	<i>Conceptual:</i> Nombre de elementos en expresión algebraica, nombre de términos en ecuación lineal, <i>Procedimental:</i> operaciones con fracciones, operaciones aritméticas (suma-resta, multiplicación, potencia)
Temas con más errores en aprendizaje cálculo diferencial	<i>Conceptual:</i> concepto de diferencial <i>Procedimental:</i> derivada de funciones trigonométricas, derivación implícita	<i>Conceptual:</i> concepto de diferencial <i>Procedimental:</i> regla de potencias, cálculo de diferencial, derivadas de funciones logarítmicas, trigonométricas y derivación implícita

Referencias

- Alexander, P., y Judy, J. (1988). The interaction of domain-specific and strategic knowledge in academic performance. *Review of Educational Research*, 58(4), 375-404.
- Ambrose, S. A., Bridges, M. W., DiPietro, M., Lovett, M. C., y Norman, M. K. (2010). *How learning works: Seven research-based principles for smart teaching*. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 3-18.
- American Educational Research Association, American Psychological Association y National Council on Measurement in Education (2014). *Standards for educational and psychological testing*. Washington, DC: American Educational Research Association, 11-44.
- Arellano, L. (2017). *Efecto diferenciado del conocimiento previo en el aprendizaje*. Tesis doctoral. UACH. 56.
- Arellano, L., Guerrero, L., y Guzmán, C. (2012). Factores externos al entorno académico que influyen en la reprobación de los alumnos de cálculo integral en el periodo agosto-diciembre del año 2011 en

el Instituto Tecnológico de Chihuahua. *1er. Congreso Internacional de Educación: construyendo inéditos viables*, 1115-1125.

Arnaud Bobadilla, A. J., Sánchez Villarreal, F., Galindo Miranda, N. E., Franco Bodek, D., & Ruiz Gutiérrez, R. (2022). Diagnóstico de las causas de rezago y deserción en alumnos de la Facultad de Ciencias de la UNAM. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(24).

Ausubel, D., Novak, J., y Hanesian, H. (2006). *Psicología Educativa: un punto de vista cognitivo*. México, DF: Editorial Trillas, 70.

Bandura, A. (1971). *Social Learning Theory*. New York: General Learning Press.

Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American psychologist*, 37(2), 122.

Bandura, A. (2006). Guide for constructing self-efficacy scales. *Self-efficacy beliefs of adolescents*, 5, 307-337.

Blanco, E. (2007). *Eficacia escolar en México, factores escolares asociados a los aprendizajes en la educación primaria* (Tesis doctoral). Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO México.

Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: Cognitive domain*. New York: McKay.

Boiché, J., Sarrazin, P., Grouzet, F., Pelletier, L., y Chanal, J. (2008). Students' motivational profiles and outcomes in physical education: A self-determination perspective. *Journal of Educational Psychology*, 100(3), 688-701.

Carey, S. (1999). Knowledge acquisition: Enrichment or conceptual change. En: Margolis, E., y Laurence, S. (1999). *Concepts: core readings*. Cambridge, MA: MIT Press, 459-487.

Carreño, F. (2001). *Instrumentos de medición del rendimiento escolar. Cursos básicos para formación de profesores. Área de sistematización de la enseñanza*. México: Trillas.

Chi, M. (2008). Three types of conceptual change: Belief revision, mental model transformation and categorical shift. *International handbook of research on conceptual change*, Universidad de Pittsburgh, 61-82.

Chi, M., y Ceci, S. (1987). Content knowledge: Its role, representation and restructuring in memory development. En: Reese, H.W. (Ed.), *Advances in child development and behavior*, 20. Orlando: Academic Press, 91-142.

Dochy, F. J. R. C. (1991). Effects of prior knowledge on study results and learning processes: Theoretical approaches and empirical evidence, capítulo 2, 23-43.

Dochy, F. J. R. C., y Alexander, P. (1995). Mapping prior knowledge: A framework for discussion among researchers. *European Journal of Psychology of Education*, 10(3), 225-242.

García, M. L. G., Gámez, B. E. R., Rodríguez, A. R. G., Fernández, O. V., Silva, I. Z., Sierra, M. G. H., & Hernández, T. J. M. (2022). Factores asociados al índice de reprobación de asignaturas de ciencias básicas del ITSLP. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(1), 1781-1809.

- Garris, R., Ahlers, R., y Driskell, J. E. (2002). Games, motivation and learning: A research and practice model. *Simulation & gaming*, 33(4), 441-467.
- Goris, T. V., y Dyrenfurth, M. J. (2010). Students' misconceptions in science, technology and engineering. Purdue University. En: <http://ilin.asee.org/Conference2010/Papers2010.html>
- Graham, S., y Weiner, B. (1996). Theories and principles of motivation. *Handbook of educational psychology*, 4, 63-84.
- Grouws, D., y Cebulla, K. (2000). *Improving student achievement in mathematics*. International Academy of Education. En: <http://www.ibe.unesco.org>
- Hailikari, T. (2009). *Assessing university students' prior knowledge: Implications for theory and practice* (Tesis doctoral). University of Helsinki, Department of Education Research Report, Finlandia.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Londres y Nueva York: Routledge, Taylor & Francis Group, 39-53.
- Hernández-Quintana, A., & Cuervas, J. H. (2013). Reflexión sobre el nivel de competencia en matemáticas básicas por parte de estudiantes de cálculo diferencial en educación superior. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10.
- Kerlinger, F., y Lee, H. (2002). *Investigación del comportamiento: Métodos de investigación en Ciencias Sociales*. México: McGraw Hill, 508, 785-787.
- Kleres, J. (2010). Emotions and narrative analysis: A methodological approach. *Journal for the Theory of Social Behavior*, 41(2), 182-202.
- Knors, E. (1995). *Factors influencing the use of prior knowledge and progress assessment: A review of literature and drop out study*. (Tesis Doctoral). Open University, UK.
- Landeró, R., y González, M. (2006). *Estadística con SPSS y metodología de la investigación*. México: Trillas, 156.
- López, B. G., Esteban, P. R. G., y Pérez, Y. C. P. (2006). Enfoques de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Bordón*, 58(3), 45.
- Marzano, R. (2004). *Building background knowledge for academic achievement: research on what works in schools*. Alexandria, VA: ASCD, 1-16.
- McClelland, J. L. (2013). Incorporating rapid neocortical learning of new schema-consistent information into complementary learning systems theory. *Journal of Experimental Psychology General*, Stanford University, 142(4), 1-19. DOI: 10.1037/a0033812
- McNeil, N. M. (2008). Limitations to teaching children $2+2=4$: Typical arithmetic problems can hinder learning of mathematical equivalence. *Child Development*, 79(5), 1524-1537.
- Meltzer, D. (2002). The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gains in physics: A possible "hidden variable" in diagnostic pretest scores. *American Association of Physics Teachers*. DOI: 10.1119/1.1514215 En: <http://people.physics.tamu.edu/>

- Monroy, S. M. P., Martínez, H. Y. V., & Chaquea, M. Y. C. (2022). Factores que afectan el desempeño en Cálculo Diferencial en la Universidad Santo Tomás. *Revista Interamericana de Investigación Educación y Pedagogía RIIEP*, 15(2).
- Porter, L. (2008). *Imaginación y educación: Complejidad y lentitud en el aprendizaje del diseño*. Ciudad Juárez, Chihuahua: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 82-88.
- Rochin, Fabiola (2021). Deserción escolar en la educación superior en México: revisión de literatura. *Revista Iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*. Vol. 12, Núm.22. Recuperado el día 22 de mayo de 2023. URL: <http://doi.org/10.23913/ride.v1i22.821>
- Roschelle, J. (1995). Learning in interactive environments: Prior knowledge and new experience. En: Falk, J., y Dierking, L., *Public institutions for personal learning: Establishing a research agenda*. Washington, DC: American Association of Museums, 37-51.
- Sagastizabal, M., Perlo, C., Pivetta, B., y San Martín, P. (2009). *Aprender a enseñar en contextos complejos: Multiculturalidad, diversidad y fragmentación*. Buenos Aires-México: Noveduc, 14, 135-166.
- Smith III, J. P., Disessa, A. A., y Roschelle, J. (1993). Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *The Journal of the Learning Sciences*, 3(2), 115-163.
- Shapiro, A. M. (2004). How including prior knowledge as a subject variable may change outcomes of learning research. *American Educational Research Journal*, 41(1), 159-189.
- Thompson, R. A., y Zamboanga, B. (2004). Academic Aptitude and Prior Knowledge as Predictors of Student Achievement in Introduction to Psychology. *Journal of Educational Psychology*. 96(4), 778-784. DOI: 10.1037/0022-0663.96.4.778.
- Tinto, V. (1992). *El abandono de los estudios superiores: una nueva perspectiva de las causas de abandono y su tratamiento*. Cuadernos de planeación universitaria, 3ra época, año 6, no.2. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) Versión en español de la obra en inglés titulada: Leaving College. Rethinking the causes and cures of student attrition. Chicago, Illinois: University the Chicago press.
- Wong, K. H. (2012). *Implementation of problem-based learning in junior secondary science curriculum*. (Tesis Doctoral). Hong Kong: Universidad de Hong Kong.