

ESCALA ESTADÍSTICA Y SOFTWARE PARA EVALUAR COHERENCIA DIDÁCTICA EN PROCESOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE MATEMÁTICAS

ESCALA ESTADÍSTICA Y SOFTWARE PARA EVALUAR COHERENCIA DIDÁCTICA EN MATEMÁTICAS

AUTORES: Michel Enrique Gamboa Graus¹

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: michelgamboagraus@gmail.com

Fecha de recepción: 26 - 02 - 2020

Fecha de aceptación: 23 - 03 - 2020

RESUMEN

El trabajo presenta unos de los principales resultados de la tarea de proyección e interpretación estadística en la investigación, perteneciente al proyecto de investigación de la Universidad de Las Tunas, enfocado a la preparación para la gestión científico-pedagógica del profesional de la educación. El objetivo está dirigido a perfeccionar la coherencia del proceso de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas para una educación equitativa, inclusiva y de calidad. Al respecto se resaltaron varias insuficiencias que se manifiestan y se emprendió el diseño de la escala para medir la coherencia didáctica de dicho proceso, de forma que se pudieran aplicar los contenidos esenciales de la teoría de las Probabilidades y las Estadísticas a los análisis descriptivos e inferenciales de datos para arribar a conclusiones válidas y tomar decisiones razonables. Se presentó una alternativa para la controvertida conversión de escalas ordinales a otras de intervalos según los requisitos establecidos. Esto se hizo tomando como base el trabajo con los componentes didácticos, a partir de un decálogo de indicadores per cápita. Se consideraron aspectos objetivos de la ciencia, tecnología y sociedad, integrados a la subjetividad, para educar de acuerdo con las necesidades propias de los estudiantes en colaboración escuela-familia-comunidad. Además, se mostró cómo sintetizar los datos en valores representativos al llevar a cabo la indagación empírica, para tomar en cuenta el impacto de los resultados como totalidad. Asimismo, se presentó el libro Excel EsCoDi para el procesamiento de números tan elevados de datos recopilados en función de la aplicación de dicha escala en instituciones tuneras.

PALABRAS CLAVE: Estadísticas; escalas; coherencia; didáctica; educación.

STATISTICAL SCALE AND SOFTWARE TO ASSESS TEACHING COHERENCE IN THE TEACHING-LEARNING PROCESS OF MATHEMATICS

ABSTRACT

¹ Licenciado en Educación, especialidades Matemática-Computación y Lenguas Extranjeras (Inglés). Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor Titular del Centro de Estudios Pedagógicos de la Universidad de Las Tunas, Cuba.

The article deals with teaching coherence in the teaching-learning process of Mathematics for an equitable, inclusive and quality education. In this regard, several shortcomings were highlighted and the design of a statistical scale to measure the teaching coherence in this process was undertaken, so that the essential contents of probability theory and statistics could be applied to descriptive and inferential analyses of data in order to draw valid conclusions and make reasonable decisions. An alternative was presented for the controversial conversion of ordinal scales to others of intervals according to the established requirements. This was done with the teaching components, based on ten per capita indicators. Objective aspects of science, technology and society, integrated into subjectivity, were considered in order to educate according to the students' own needs in school-family-community collaboration. In addition, it was shown how to synthesize the data in representative values when carrying out the empirical inquiry, to take into account the impact of the results as a whole. The Excel workbook EsCoDi (acronym in Spanish) was also presented for processing such high numbers of data collected according to the application of this scale.

KEYWORDS: Statistics; scales; coherence; teaching; education.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad es ampliamente reconocida la incidencia de la Estadística aplicada al desarrollo de investigaciones. Es cada vez más utilizada en la recopilación y análisis de datos referidos a conjuntos lo más numerosos posible, donde destacan la variabilidad y la incertidumbre. Como consecuencia, esta se ha convertido en una ciencia fundamental para tomar decisiones acertadas. No obstante, este contexto no ha repercutido con la fuerza que se requiere en la formación de los profesionales de la educación. Esto ha traído como consecuencia que todavía se presenten significativas dificultades para lograr una formación estadística básica que consolide la posibilidad de explicar adecuadamente las relaciones entre los datos en las investigaciones científicas que se desarrollan.

Las Matemáticas, como ciencias básicas, realizan contribuciones destacadas respecto al fundamento científico de la formación de los estudiantes, así como aportes de conocimientos previos a los contenidos más directamente vinculados con los perfiles de salida de los diferentes planes de estudio. Ellas se caracterizan por la naturaleza y grado de generalidad de su campo de conocimientos y deben ayudar a responder interrogantes sobre la realidad, como la naturaleza de los aspectos del universo físico, los mecanismos de la vida y el trabajo de la mente. Sin embargo, actualmente se insiste en estudiarlas desvinculadas de la realidad. Al respecto se resaltan varias insuficiencias que se manifiestan en las investigaciones sobre coherencia didáctica, entre ellas están las siguientes:

- Conclusiones sobre la base de datos que no han ocurrido en diferentes momentos.
- Toma de decisiones sobre la base de hechos aislados e insuficientes datos.
- Selección arbitraria de pruebas estadísticas de validación de los resultados.
- No coherencia entre objetivo de la investigación, determinación de los indicadores que proporcionan los datos estadísticos y fiabilidad de los instrumentos de medición.

Esto revela múltiples y variadas contradicciones. Entre ellas destaca la que se presenta entre las exigencias de investigaciones científicas y las insuficiencias en la formación profesional de los investigadores. De tal forma, existe una necesidad creciente de utilizar la Estadística en el proceso de investigación educativa para resolver, con mayor eficacia, los problemas de carácter investigativo de la práctica profesional. Sin embargo, en la realidad se presentan inconsistencias en la lógica consecuente del diseño de los modelos de investigación y la interpretación de sus resultados.

La necesaria coherencia de los procesos de enseñanza-aprendizaje es un reto bien complicado de asumir. Esto es para que sean cada vez más lógicos y consecuentes respecto a sus protagonistas, de manera que sean más significativos, cooperativos, contextualizados y desarrolladores. En tal sentido, es preciso que tales procesos se caractericen por interacciones adaptadas a los involucrados en ellos, de manera que exista una cohesión tal que cada uno de los componentes didácticos esté en correspondencia con sus niveles reales y potenciales de desarrollo.

La realidad educativa es cambiante, hay que estar preparados para afrontar estos cambios manteniendo la coherencia del proceso didáctico como totalidad. Es esencial organizar con mucho cuidado los sonidos y silencios en el gran concierto de los procesos de enseñanza-aprendizaje en función de obtener melodía, armonía, timbre y ritmo precisos. Debe realizarse el nivel de coherencia entre las acciones que se desarrollan para alcanzar mayor calidad en la formación. Al respecto, es primordial trabajar con el potencial para generar desarrollo en la formación de las personas. Hay que sentir, pensar y actuar consecuentemente en relación con una postura de satisfacción por enseñar y aprender, por auto-transformarse y ayudar a los demás a cambiar, a vivir y ser parte de las vidas de otros, y a ser útil.

La intención de este trabajo, entonces, es que se valore la utilidad de la Estadística aplicada a las investigaciones educativas, así como proponer una escala para la medición de la coherencia didáctica del proceso de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas. Esto se hace de forma que puedan aplicar los contenidos esenciales de la teoría de las probabilidades y las estadísticas, de manera que permitan los análisis descriptivos e inferenciales de valores de datos. Esto se hace en función de potenciar la investigación desde la

interpretación y solución de problemas profesionales para arribar a conclusiones válidas y tomar decisiones razonables.

DESARROLLO

1. Marco teórico

Las escalas ordinales son las más frecuentes en investigaciones educativas, donde suelen abundar variables cualitativas (Gamboa, 2018). Estas incluyen otras muy frecuentes al preguntar por opiniones y actitudes. Entre las más utilizadas están las escalas Thurstone (Thurstone, 1931), las escalas Likert (Likert, 1936) y las escalas Osgood (Osgood, 1952), las que atienden diferentes enfoques de construcción de escalas utilizados para medir la actitud en la investigación de las ciencias sociales. Al respecto, algunos autores como DiStefano (2002) han argumentado que no es legítimo el uso de operaciones estadísticas propias de variables cuantitativas en presencia de datos ordinales.

Sin embargo, Bollen & Barb (1981), Solís (2014), Asún, Rdz-Navarro y Alvarado (2016), Gamboa (2016), Gamboa (2017 a, b), Gamboa y Parra (2017, 2019), Gamboa y Hernández (2018), Gamboa (2019c), Rodríguez, Gamboa y Oliva (2019) y otros defienden la posibilidad y utilidad de emplear estadística paramétrica para analizar datos ordinales en determinadas situaciones. Ellos han argumentado que es una alternativa aceptable, lo que también se comparte en esta propuesta. Eso sí, hay que cumplir con los requisitos para ello (Rositas, 2014) y se debe trabajar con muestras mayores para conseguir una potencia equiparable a los análisis de datos numéricos.

La escala que aquí se presenta tiene el propósito de generar grandes volúmenes de datos relevantes obtenidos de diferentes fuentes, procedentes de las diferentes acciones de los docentes evaluados. La intención es que se haga una recopilación de manera que permita encontrar patrones interesantes de información útil y novedosa, en función de encontrar relaciones existentes. Esto, más que para dar un valor de medición de la coherencia didáctica del proceso de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas, es sobre todo para la búsqueda de causas en los patrones de comportamiento de los datos.

En este proceso se elaboran juicios y razonamientos, en correspondencia con criterios objetivos y evidencias subjetivas, con cada método aplicado y en la triangulación, para evaluar y perfeccionar el comportamiento de la coherencia didáctica. Esto se hace en función de fortalecer la coherencia de influencias y fomentar en las escuelas exitosos procesos educativos.

El salto de la cantidad a la calidad y viceversa expresa que cada uno de los cambios en el proceso de enseñanza-aprendizaje es de vital importancia, y por tanto deben ser concebidos y procesados con mucho cuidado. Para explicar el desarrollo se tienen que estudiar los hechos. Eventos que pueden parecer intrascendentes poseen un importante valor en la influencia que tienen sobre la historia individual y colectiva de los estudiantes. Cada ocasión es única para las relaciones con quienes aprenden y cada uno de los momentos de sus vidas,

desde los más grandes hasta los más triviales, puede ser muy valioso y dejar su huella.

2. Materiales y métodos

Para valorar la comprensibilidad, coherencia teórica y viabilidad de la escala que se propone, y del software para su procesamiento, se implementó el criterio de expertos. Este se caracteriza por “ser uno de los métodos de la investigación científica más utilizados” (Díaz, Cruz, Pérez y Ortiz, 2020, p.11). De ahí que este constituye una valiosa herramienta para lograr la necesaria fiabilidad de las indagaciones empíricas o teóricas. Al respecto, se selecciona para esta investigación por la alta confianza y sencillez en la recopilación, procesamiento y valoración de la información.

De tal forma, “Se entiende por experto a un individuo, grupo de personas u organizaciones capaces de ofrecer con un máximo de competencia, valoraciones conclusivas sobre un determinado problema, hacer pronósticos reales y objetivos sobre efecto, aplicabilidad, viabilidad, y relevancia que pueda tener en la práctica la solución que se propone y brindar recomendaciones de qué hacer para perfeccionarla” (Crespo Borges, 2007, p.13).

En correspondencia con lo anterior, la consulta estuvo dirigida principalmente a tres tipos de expertos: “los especialistas con conocimientos, capacidades o experiencias identificadas con la temática del panel; los afectados, que a pesar de no poseer una formación específica se ven involucrados en el tema principal del panel; y los facilitadores que poseen la capacidad de incitar al grupo incorporando nuevas ideas y percepciones” (Landeta, 1999, citado por Penalva, Hernández y Guerrero, 2014, p.284).

Para determinar su coeficiente de competencia se utilizó su propia autovaloración con la aplicación del libro Excel CompetEx (Gamboa, 2019f). Se escogieron 30 expertos que obtuvieron una categoría de competencia alta o media, a la vez que su competencia promedio fue alta.

Se eligió la metodología de la comparación por pares por su utilidad para establecer la importancia de una serie de criterios como los que se presentan, en los que es impracticable proporcionar estimaciones por ranking directo. Para el procesamiento de los datos se utilizó el libro Excel ComparEx (Gamboa, 2019d).

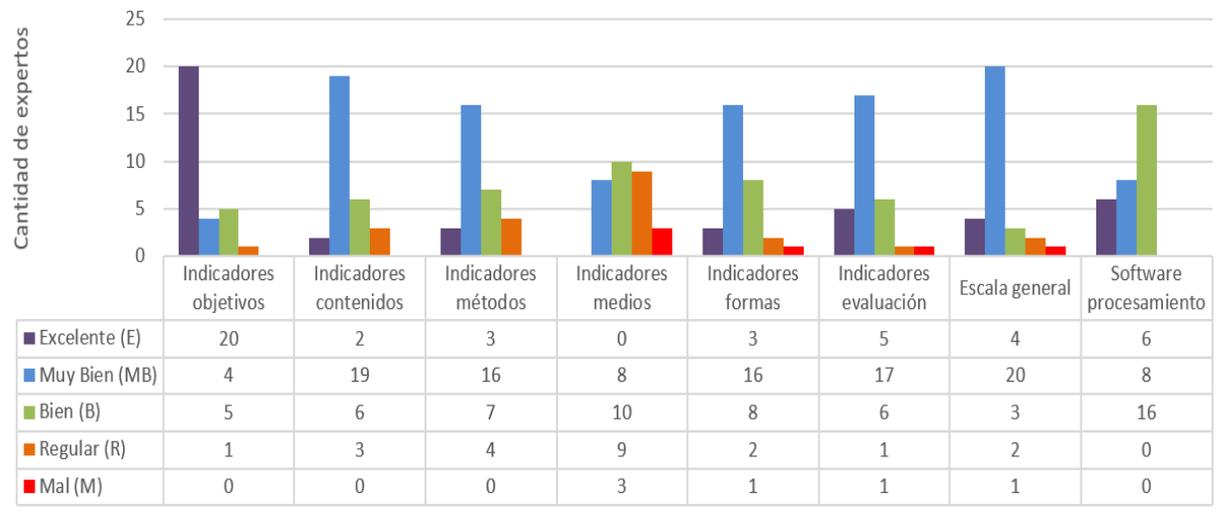


Figura 1: Valoraciones de los expertos por aspectos

En la Figura 1 y en la Tabla 1 se muestran resultados que revelan la categoría para cada uno de los indicadores que se propusieron, así como la valoración global de los mismos. Se realizó, asimismo, un estudio de las respuestas de los expertos, lo que respaldó las decisiones para perfeccionar o remodelar la propuesta antes de introducirla en la práctica. Con respecto a las categorías otorgadas por los expertos, de manera global los aspectos fueron evaluados de Muy Bien (MB).

Tabla 1: Inversa de la distribución normal acumulada en función de la categorización de los aspectos evaluados

	Excelente (E)	Muy Bien (MB)	Bien (B)	Regular (R)	Suma	Promedio (P)	N	N-P	
Indicadores objetivos	0,4307	0,8416	1,8339	3,0902	6,1965	1,5491	0,5985	-0,9506	M B
Indicadores contenidos	-1,5011	0,5244	1,2816	3,0902	3,3951	0,8488	0,5985	-0,2503	M B
Indicadores métodos	-1,2816	0,3407	1,1108	3,0902	3,2601	0,8150	0,5985	-0,2165	M B
Indicadores medios	-3,0902	-0,6229	0,2533	1,2816	2,1783	-0,5446	0,5985	1,1431	B
Indicadores formas	-1,2816	0,3407	1,2816	1,8339	2,1746	0,5437	0,5985	0,0549	M B
Indicadores evaluación	-0,9674	0,6229	1,5011	1,8339	2,9905	0,7476	0,5985	-0,1491	M B
Escala general	-1,1108	0,8416	1,2816	1,8339	2,8463	0,7116	0,5985	-0,1131	M B
Software procesamiento	-0,8416	-0,0837	3,0902	3,0902	5,2552	1,3138	0,5985	-0,7153	M B
Puntos de corte	-1,2054	0,3507	1,454	2,3930	23,94	0,7481	0,59	-	

Los aspectos que suscitaron mayor polémica entre los expertos (Figura 2) fueron los indicadores que se tomaron como referencia para evaluar la coherencia didáctica desde el componente de medios de enseñanza-aprendizaje. Esto fue fundamentalmente por temas de equidad e inclusión. Al respecto, algunos expertos cuestionaron la utilización del potencial de la conectividad en el proceso de enseñanza-aprendizaje como indicador de coherencia. Ellos plantearon que el desarrollo tecnológico actual no se ha desplegado de manera equitativa en las diferentes regiones, por lo tanto, no se le debiera exigir su utilización a los docentes como criterio de calidad.

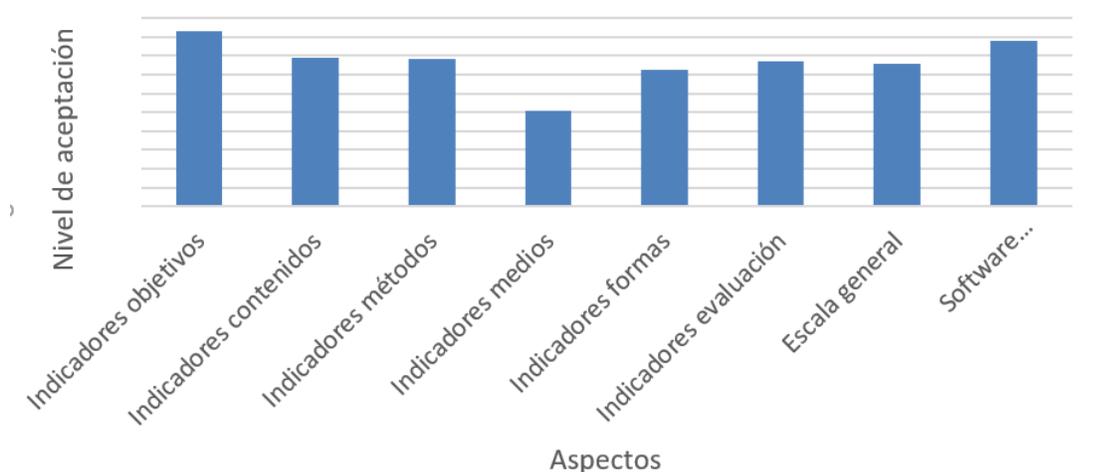


Figura 2: Nivel de aceptación de los expertos por aspecto

En tal sentido, el primero de los indicadores se refiere al desarrollo tecnológico disponible, no al existente, para respetar estas brechas. Las escuelas contemporáneas se dotan de nuevas tecnologías y conectividad, por lo que constituye un reto su utilización en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los maestros de hoy tienen el desafío de aprender a enseñar en las actuales circunstancias. Al mismo tiempo, la mayoría destacó la pertinencia de indicadores dirigidos al empleo de materiales comunes de vida cotidiana, enfocados a la búsqueda de patrones y al planteamiento de conjeturas, con protagonismo de los estudiantes en su selección y confección.

Por otra parte, los aspectos que mayor apoyo recibieron de los criterios de los expertos fueron los indicadores que se tomaron como referencia para evaluar la coherencia didáctica desde el componente de objetivos, además del software elaborado para el procesamiento de los datos obtenidos con la aplicación de la escala. En tal sentido destacan la previsión de la descomposición en metas parciales, la unidad del contenido y su aplicación, así como el protagonismo de los estudiantes en su trabajo activo, creador y metacognitivo.

3. Resultados

En este apartado se presenta la escala elaborada por el autor para medir la coherencia didáctica del proceso de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas, así como sus procedimientos para valorar tanto la coherencia de cada miembro de la muestra, así como la de la muestra como totalidad. Igualmente, se introduce el libro Excel EsCoDi como recurso tecnológico que permite el procesamiento de números tan elevados de datos que se generan, de modo que se facilite la presentación en tablas y gráficos. En él se construyen gráficos automáticamente, una vez introducidos los datos correspondientes, que permiten apreciar más rápidamente el comportamiento general de cada uno de los indicadores y componentes relacionados.

3.1. Escala de coherencia didáctica

La coherencia didáctica se identifica con la articulación de las interacciones en el proceso, a partir de relaciones entre sus componentes que sean relevantes y se complementen mutuamente, para que exista interconexión significativa que asegure su unidad. Esto permite concebirlos como entidades unitarias con una unidad de relaciones que establecen una armonía de manera que los agentes involucrados puedan encontrar su significado global.

La valoración de seis componentes, con un decálogo de indicadores per cápita (Tabla 2) se consideró para categorizar dicha coherencia didáctica (Gamboa, 2019a,e). Para ello se sistematizaron varios criterios de investigaciones precedentes. Entre ellos destacan Gamboa (2007), Gamboa y Borrero (2016), Gamboa y Borrero (2017a, b, c). Estos, congruentes con el enfoque vigotskiano en Gamboa, Carmenates y Amat (2010), Gamboa y Carmenates (2011), Gamboa (2012), Gamboa (2019b).

Tabla 2: Componentes e indicadores para evaluar la coherencia didáctica

Componentes	Indicadores
Objetivos	1. Integra lo instructivo, educativo y desarrollador.
	2. Atiende junto a propósitos cognitivos, las intenciones de los dominios afectivo y psicomotor.
	3. Atiende las indicaciones de documentos oficiales y las orientaciones de medios auxiliares.
	4. Expresa taxonomías de verbos para formular objetivos que revelan en qué acciones de los estudiantes se comprobará el efecto del aprendizaje.
	5. Prevé la descomposición en metas parciales y vías para su cumplimiento.
	6. Concibe la unidad del contenido y su aplicación de acuerdo con la realidad contextual.
	7. Estimula el protagonismo de los estudiantes.
	8. Proyecta el trabajo activo, creador y metacognitivo del estudiante.
	9. Incentiva acciones de investigación y comunicación de resultados.
	10. Fomenta la valoración de la moral, la virtud, el deber, la felicidad y el buen vivir.
Contenidos	11. Manifiesta los errores potenciales del sistema de conocimientos, así como las conexiones entre ellos, con la organización de dificultades y potencialidades para la transformación.
	12. Implementa los sistemas de representación adecuados al sistema de habilidades, sus relaciones, limitaciones y potencialidades según la realidad de los involucrados.
	13. Contempla la realización de procesos relevantes en la actividad matemática, como la modelización, argumentación, establecimiento de conexiones y resolución de problemas.
	14. Relaciona los significados con otros contenidos interdisciplinarios.

	<p>15. Atiende el entrelazamiento de líneas directrices para la estructuración de la enseñanza.</p> <p>16. Potencia los campos de aplicaciones conforme al sistema de relaciones con el mundo para la solución de problemas de la vida en situaciones dadas en la realidad del contexto local.</p> <p>17. Utiliza datos reales de la vida cotidiana sustentados en fuentes confiables de información.</p> <p>18. Integra la interacción entre las Matemáticas y las situaciones que las impulsan, y su impacto.</p> <p>19. Atiende la formación de valores desde una educación ética y estética.</p> <p>20. Incorpora nuevos saberes acorde al sistema de experiencias de la actividad creadora, de acuerdo con los recursos tecnológicos y la cultura de los involucrados.</p>
Métodos	<p>21. Propicia la actividad reflexiva y la regulación metacognitiva, el análisis de los significados y formas de representación de los contenidos. Promueve comunicación, interacción y crítica.</p> <p>22. Integra el desarrollo cognitivo (curiosidad, pensamiento crítico, creatividad, resolución de problemas, toma de decisiones) con el desarrollo emocional (confianza, autonomía, autoestima) y el desarrollo social (competencia social, comprensión empática).</p> <p>23. Integra las funciones didácticas del proceso de enseñanza-aprendizaje para la asimilación.</p> <p>24. Concibe las situaciones típicas de la enseñanza de las Matemáticas.</p> <p>25. Facilita la inclusión de los alumnos en la dinámica de la clase y no la exclusión.</p> <p>26. Atiende la distribución del tiempo en función de los contenidos nucleares del tema, su grado de dificultad, y los resultados del diagnóstico.</p> <p>27. Estimula que los estudiantes se enseñen unos a otros.</p> <p>28. Potencia tránsito progresivo de dependencia a independencia, autorregulación y creatividad.</p> <p>29. Sistematiza continuamente conocimientos, habilidades y modos de la actividad mental, tratando además de que se integre el saber de los estudiantes.</p> <p>30. Incentiva la actitud productiva y creadora en el proceso de aprendizaje.</p>
Medios de enseñanza-aprendizaje	<p>31. Utiliza los recursos didácticos en correspondencia con el desarrollo tecnológico disponible.</p> <p>32. Aprovecha el potencial de la conectividad en el proceso de enseñanza-aprendizaje.</p> <p>33. Potencia el reconocimiento de modelos, la búsqueda de patrones, la generalización, la abstracción, la comprobación, la refutación, la argumentación, planteamiento de conjeturas.</p> <p>34. Estimula estrategias cognitivas y metacognitivas, en su orientación para la investigación.</p> <p>35. Estimula uso pedagógico de tecnologías de Informática y Comunicación para colaboración, al adquirir conocimientos y racionalizar trabajo de cálculo, y también con fines heurísticos.</p> <p>36. Emplea la bibliografía como recurso para que los estudiantes aprendan por ellos mismos.</p> <p>37. Usa recursos audiovisuales y sistemas de aplicación portadores de contenido planificado.</p> <p>38. Emplea materiales comunes de vida cotidiana donde pueden apreciar Matemáticas en acción.</p> <p>39. Desarrolla habilidades para la búsqueda de información, la interpretación de diversas fuentes, la selección crítica, el trabajo cooperado y la argumentación.</p> <p>40. Implica a estudiantes en la selección, confección o utilización de los medios que utilizan.</p>
Formas de organización	<p>41. Presenta configuración sistémica con carácter contextualizado, diversificado e integrador.</p> <p>42. Propicia una participación activa de los estudiantes, con orientación activo transformadora.</p> <p>43. Propicia un balance de actividad colectiva e individual.</p> <p>44. Emplea varias formas que activan la colaboración en el proceso de enseñanza-aprendizaje.</p> <p>45. Estimula la auto-preparación de los estudiantes en trabajo independiente sin la presencia del profesor, individual o colectiva.</p> <p>46. Amplía los espacios de formación más allá de las aulas en colaboración escuela-familia-comunidad para experimentar Matemáticas en diferentes contextos en que estas se exponen.</p> <p>47. Emplea la tutoría o acompañamiento para estimular la reflexión y la creación.</p> <p>48. Crea espacios de consulta y acción productiva conjunta.</p> <p>49. Implementa clubes de ciencias, sociedades científicas, círculos de interés, proyectos u otras formas que estimulan la investigación.</p> <p>50. Involucra agentes que emplean las Matemáticas para la producción y los servicios en talleres, empresas, fábricas, industrias u otras agencias.</p>
Evaluación	<p>51. Plantea secuencias de ejercicios, problemas y actividades que atienden al desarrollo integral de los estudiantes en situaciones de recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear.</p>

- | |
|--|
| 52. Potencia el desarrollo hacia niveles superiores de desempeño con tareas más complejas adaptadas a las diferencias individuales. Incluye actividades de ampliación y de refuerzo. |
| 53. Integra lo cuantitativo y cualitativo, el proceso y resultado. |
| 54. Propone la autoevaluación para promover la actividad metacognitiva de los estudiantes en función de ponerlos en condiciones de desarrollarse por sí mismos. |
| 55. Promueve la discusión de alternativas y procedimientos para la solución de tareas docentes. |
| 56. Añade apoyo emocional en favor de actitudes, motivaciones, sentimientos y autoconfianza. |
| 57. Estimula la reflexión sobre el impacto de las Matemáticas en el desarrollo local y global. |
| 58. Incorpora momentos de evaluación oral en favor de la argumentación en situaciones de igualdad desde una dialéctica de comunicación y actividad. |
| 59. Presenta una gama de tareas que refleja prioridades y desafíos al realizar investigaciones. |
| 60. Compromete a los estudiantes en la producción de soluciones, si es posible en colaboración. |

Fuente: Elaboración del autor

Así, se utilizó una escala ordinal, en la que cada indicador mostró una característica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas y se midió con una escala tipo Likert (Likert, 1936) de 6 puntos de recorrido (0-5). Se significó así con categorías que, en términos cualitativos, evaluaron el nivel de ejecución de dicha característica en el proceso (Nulo, 0; Mal, 1; Regular, 2; Bien, 3; Muy Bien, 4; Excelente, 5). Los criterios para valorar el nivel de ejecución de cada uno de estos indicadores en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas, y otorgar las categorías correspondientes, son los siguientes:

- Nulo, 0: No se muestran evidencias de la presencia del indicador en el proceso. Luego, el nivel de ejecución del indicador es inexistente. Esta es la categoría inferior porque revela la necesidad de lograr que el conocimiento emerja de la ignorancia.
- Mal, 1: Se muestran evidencias de la presencia del indicador en el proceso. Sin embargo, la ejecución es contraria a lo que es debido, desacertadamente, de mala manera. Contrariamente a lo que se requiere, de manera impropia o inadecuada para el logro de la formación integral de los estudiantes. De tal forma, es nociva y daña esta aspiración. Este criterio recibe una valoración superior a la no presencia del indicador a partir de que los errores “son una utilísima semilla que hay que saber tratar para que llegue a flor y a fruto” (Gamboa, 2020, p.54). Al error no debe temérsele, por el contrario. Es uno de los mejores pretextos para mejorar. Es preferible que se tenga la conciencia para hacerlo, aunque se necesite ayuda para hacerlo bien. Esta categoría revela la necesidad de lograr que el conocimiento emerja de uno previo, aunque esté equivocado.
- Regular, 2: Se muestran evidencias de la presencia del indicador en el proceso. No obstante, la ejecución es parcialmente correcta, no bien. De mediana calidad o intermedia. Que se encuentra en un término medio entre las categorías de Mal y Bien. Que contiene algún error de menor importancia. Igualmente, si tiene presencia el indicador, pero no se desarrolla lo suficiente para tener un impacto apreciable en los estudiantes.

Esta categoría revela la necesidad de investigar de qué manera el conocimiento incompleto e inexacto llega a ser más completo y más exacto.

- Bien, 3: Se muestran evidencias de la utilidad y el beneficio de la presencia del indicador en el proceso. Se demuestra que la ejecución posee un valor positivo y por ello es estimable. Se realiza según es debido, con razón, acertadamente, de buena manera, de buen proceder. Sin inconveniente o dificultad. Según se requiere, de manera propia o adecuada para el logro de la formación integral de los estudiantes. De tal forma, se estima conveniente, de conformidad con esta aspiración. Sin contradicción antagónica.
- Muy Bien, 4: Se muestran evidencias de que la presencia del indicador en el proceso es extraordinariamente buena, que sobresale en méritos. Se demuestra que la ejecución sobresale por sus óptimas cualidades, que es muy buena o que sobresale en alguna cualidad con respecto a la exigencia ordinaria, aunque sin crear algún producto con el que defienda su punto de vista, justifique su postura y muestre conexiones según la organización del tema. El nivel de ejecución sobresale en cuanto a su calidad, superioridad, y por ello es que es objeto de una estima y de una valoración elevada, y además sobresale de la media.
- Excelente, 5: Se muestran evidencias de que la presencia del indicador en el proceso es extraordinariamente buena. Además, se demuestra profundidad y un nivel creativo de ejecución del indicador, con algún producto personal en el que defienda su punto de vista, justifique su postura y muestre conexiones según la organización del tema, mostrando madurez en el uso o manejo del mismo.

Los indicadores son considerados como las unidades básicas de valoración. Las categorías determinan el peso que cada criterio recibe al valorar el indicador. Cada criterio señala de manera detallada los aspectos por considerar dentro de la evaluación del indicador de acuerdo al valor de las categorías utilizadas. No hay que olvidar que el uso de esta escala se hace en un proceso de valoración auténtica, situados en el proceso mismo.

La coherencia didáctica para cada miembro de la muestra es lo que inicialmente se atendió. Para ello se buscó que cada indicador se midiera desde diferentes perspectivas. En este sentido, se evaluó con la aplicación de diversos métodos, técnicas e instrumentos (M_n) para contrastar los resultados. Como consecuencia de lo anterior, lo que en realidad ofreció la medición del estado de cada indicador fue el promedio de las puntuaciones obtenidas en la escala Likert utilizada en cada uno de ellos (Tabla 3). De tal forma, se buscaron los promedios de las evaluaciones obtenidas en cada uno de los indicadores ($I_i = \bar{x}(M_{1,i}; M_{n,i})$). Luego, estos fueron utilizados en función de obtener la evaluación de cada uno de los componentes, así como la coherencia didáctica para cada uno de los muestreados ($\frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} I_i$).

Tabla 3: Medición de coherencia didáctica en la enseñanza de las Matemáticas para cada miembro de la muestra

Coherencia didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas para cada muestreado						
	Objetivos	Contenidos	Métodos	Medios	Formas	Evaluación
M₁	$M_{1,1}, \dots, M_{1,10}$	$M_{1,11}, \dots, M_{1,20}$	$M_{1,21}, \dots, M_{1,30}$	$M_{1,31}, \dots, M_{1,40}$	$M_{1,41}, \dots, M_{1,50}$	$M_{1,51}, \dots, M_{1,60}$
M₂	$M_{2,1}, \dots, M_{2,10}$	$M_{2,11}, \dots, M_{2,20}$	$M_{2,21}, \dots, M_{2,30}$	$M_{2,31}, \dots, M_{2,40}$	$M_{2,41}, \dots, M_{2,50}$	$M_{2,51}, \dots, M_{2,60}$
M₃	$M_{3,1}, \dots, M_{3,10}$	$M_{3,11}, \dots, M_{3,20}$	$M_{3,21}, \dots, M_{3,30}$	$M_{3,31}, \dots, M_{3,40}$	$M_{3,41}, \dots, M_{3,50}$	$M_{3,51}, \dots, M_{3,60}$
...
M_n	$M_{n,1}, \dots, M_{n,10}$	$M_{n,11}, \dots, M_{n,20}$	$M_{n,21}, \dots, M_{n,30}$	$M_{n,31}, \dots, M_{n,40}$	$M_{n,41}, \dots, M_{n,50}$	$M_{n,51}, \dots, M_{n,60}$
ind	I_1, \dots, I_{10}	I_1, \dots, I_{20}	I_{21}, \dots, I_{30}	I_{31}, \dots, I_{40}	I_{41}, \dots, I_{50}	I_{51}, \dots, I_{60}
comp	$\frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} I_i$	$\frac{1}{10} \sum_{i=11}^{20} I_i$	$\frac{1}{10} \sum_{i=21}^{30} I_i$	$\frac{1}{10} \sum_{i=31}^{40} I_i$	$\frac{1}{10} \sum_{i=41}^{50} I_i$	$\frac{1}{10} \sum_{i=51}^{60} I_i$
var	$\frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} I_i$					

$$I_i = \bar{x}(M_{1,i}; M_{n,i})$$

Fuente: Elaboración del autor

Como se puede apreciar, el total de la variable para medir la coherencia didáctica se hace en función de los promedios de las mediciones de sus indicadores y no del promedio de las evaluaciones obtenidas con la aplicación de todos los métodos, técnicas o instrumentos utilizados. Así se evitarían errores, al impedir que influya el peso que tendría cada uno de ellos por las diferencias en las cantidades de estos para medir cada indicador, las que como regularidad serán bien diferentes. En la tabla se muestra el procedimiento general.

La coherencia didáctica para la muestra como totalidad (Tabla 4) se atendió posteriormente. Esta se calculó utilizando los promedios calculados previamente de los indicadores para cada uno de los miembros de la muestra (N_n). A este tenor, el promedio general de cada uno de los indicadores para la muestra ($IG_i = \bar{x}(I_{1,i}; I_{n,i})$) es el que brindó las conclusiones generales de coherencia didáctica ($CD = \bar{x}(I_{1,1}; I_{n,60})$).

Tabla 4: Medición de coherencia didáctica en la enseñanza de las Matemáticas general para la muestra

Coherencia didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas como totalidad						
	Objetivos	Contenidos	Métodos	Medios	Formas	Evaluación
N₁	$I_{1,1}, \dots, I_{1,10}$	$I_{1,11}, \dots, I_{1,20}$	$I_{1,21}, \dots, I_{1,30}$	$I_{1,31}, \dots, I_{1,40}$	$I_{1,41}, \dots, I_{1,50}$	$I_{1,51}, \dots, I_{1,60}$
N₂	$I_{2,1}, \dots, I_{2,10}$	$I_{2,11}, \dots, I_{2,20}$	$I_{2,21}, \dots, I_{2,30}$	$I_{2,31}, \dots, I_{2,40}$	$I_{2,41}, \dots, I_{2,50}$	$I_{2,51}, \dots, I_{2,60}$
N₃	$I_{3,1}, \dots, I_{3,10}$	$I_{3,11}, \dots, I_{3,20}$	$I_{3,21}, \dots, I_{3,30}$	$I_{3,31}, \dots, I_{3,40}$	$I_{3,41}, \dots, I_{3,50}$	$I_{3,51}, \dots, I_{3,60}$
...
N_n	$I_{n,1}, \dots, I_{n,10}$	$I_{n,11}, \dots, I_{n,20}$	$I_{n,21}, \dots, I_{n,30}$	$I_{n,31}, \dots, I_{n,40}$	$I_{n,41}, \dots, I_{n,50}$	$I_{n,51}, \dots, I_{n,60}$
ind	IG_1, \dots, IG_{10}	IG_1, \dots, IG_{20}	IG_{21}, \dots, IG_{30}	IG_{31}, \dots, IG_{40}	IG_{41}, \dots, IG_{50}	IG_{51}, \dots, IG_{60}

comp	$\bar{x}(I_{1,1}; I_{n,10})$	$\bar{x}(I_{1,11}; I_{n,20})$	$\bar{x}(I_{1,21}; I_{n,30})$	$\bar{x}(I_{1,31}; I_{n,40})$	$\bar{x}(I_{1,41}; I_{n,50})$	$\bar{x}(I_{1,51}; I_{n,60})$
var	$\bar{x}(I_{1,1}; I_{n,60})$					
IG_i	$\bar{x}(I_{1,i}; I_{n,i})$					Fuente: Elaboración del autor

Como se puede apreciar, el total de la variable en la medición de la coherencia para la muestra como totalidad se calcula diferente al cálculo de la coherencia de cada miembro por separado. Este sí se hace en función del promedio de las evaluaciones obtenidas por cada miembro de la muestra y no de los promedios generales de sus indicadores. Así se pondera el peso que tendría cada uno de los muestreados.

Las categorías que se emplearon para medir la coherencia didáctica, en una gradación desde la excelencia hasta niveles inferiores, fueron: excelente (E: $4,75 < \bar{x} \leq 5$), muy bien (MB: $3,75 < \bar{x} \leq 4,75$), bien (B: $2,75 < \bar{x} \leq 3,75$), regular (R: $1,75 < \bar{x} \leq 2,75$) y mal (M: $\bar{x} \leq 1,75$). Esto se hizo asumiendo un supuesto de continuidad ajustado a una curva normal por su larga amplitud (Moral, 2006).

Como se puede apreciar, se realiza un proceso de síntesis de la información obtenida de las acciones de la indagación empírica sobre la variable para arribar a conclusiones más generales relativas a ella. Se integran las conclusiones de cada uno de los indicadores en conclusiones generalizadoras que caractericen a los componentes, y las conclusiones por componentes también se integran en correspondencia con los rasgos esenciales de la variable. Al respecto, el usar un mayor número de indicadores permite conocer mejor lo que se investiga y previene de cometer errores. Esta escala se puede utilizar en la indagación empírica, la validación experimental y otros diferentes momentos de la investigación.

Las principales fuentes de información para investigar sobre coherencia didáctica son presentes y antiguos estudiantes, docentes, asistentes de trabajo educativo, directivos y otros trabajadores de apoyo al proceso didáctico, familiares de los estudiantes y miembros de la comunidad donde se encuentran las instituciones. Además, se trabaja con otras fuentes tales como actas de trabajo metodológico, informes de visitas, inspecciones, resultados de evaluaciones del desempeño, entre otros productos del proceso didáctico.

El análisis y la síntesis, así como la inducción y la deducción como procedimientos de varios métodos, técnicas e instrumentos diferentes se usan para acceder a las fuentes, y coleccionar los datos necesarios. El usar un mayor número de ellos ayuda a acercarse mejor a la realidad y permite la necesaria triangulación que previene de errores. Además, así se busca cumplir con el principio estadístico de no estudiar hechos aislados, así como recoger datos lo más numerosos posible y ocurridos en varios momentos.

Entre los utilizados para la coherencia didáctica destaca la escala de percepción. Esta tiene el propósito de conocer la percepción subjetiva que se tiene de los muestreados por las personas con las que interactúan. Es aplicable

a cualesquiera de las personas que funcionen como fuentes de información. De esta manera, se marcarían en las casillas de cada uno de los indicadores para otorgar así una evaluación entre 0 y 5, según la escala Likert utilizada y en correspondencia con la percepción que tienen del muestreo evaluado al respecto. Esta escala de percepción es de gran utilidad para la caracterización de cada uno de los miembros de la muestra.

No obstante, es necesario estar conscientes de que las impresiones de los sentidos son subjetivas. De manera que la información recopilada con este instrumento debe ser complementada con el conjunto de múltiples observaciones y experiencias, las que deben estar en la base de los razonamientos para arribar a las conclusiones y tomar las decisiones.

Otros de los instrumentos más utilizados son el cuestionario, la encuesta, la entrevista, inventario de problemas sobre el proceso didáctico, completamiento de frases, estudio de los productos del proceso didáctico, la observación a actividades, reuniones formales e informales con estudiantes, docentes y directivos. Es importante estar claros de que se aplican con un enfoque dialéctico materialista.

3.2. Libro Excel EsCoDi

La incidencia de las tecnologías de la Informática aplicadas al desarrollo de investigaciones es ampliamente reconocida en la actualidad. Son cada vez más utilizadas en la recopilación y análisis de datos estadísticos referidos a conjuntos lo más numerosos posible, donde destacan la variabilidad y la incertidumbre. En ocasiones se hace muy complicado el procesamiento de números tan elevados de datos. Como consecuencia, el objetivo fundamental de este apartado está dirigido a presentar el libro Excel EsCoDi. La esencia de su empleo radica en sus potencialidades para encontrar estructuras interesantes en los datos, patrones fácilmente entendibles y potencialmente útiles, novedosos, así como modelos predictivos o relaciones ocultas, en función de la formulación de conclusiones válidas y toma de decisiones razonables.

EsCoDi es un recurso que es nombrado en correspondencia con las primeras letras de las principales palabras de su función. Este permite aplicar la **E**scala para medir la **C**oherencia **D**idáctica del proceso de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas, a partir de datos introducidos por el usuario. Su principal función está dirigida a reflexionar sobre el comportamiento de los datos. Esto es a partir de apreciarlo en gráficos más rápidamente para poder comparar, valorar y generalizar. Se puede acceder al libro Excel EsCoDi en el repositorio de objetos de aprendizaje de la Universidad de Las Tunas con el URL siguiente: <http://roa.ult.edu.cu/jspui/handle/123456789/3955>

El libro Excel EsCoDi dispone, fundamentalmente, de la hoja de trabajo Gráficos (Figura 3: Ejemplo de una de las hojas del libro Excel EsCoDiFigura 3) para este análisis e interpretación del comportamiento general de cada uno de los indicadores y componentes. También dispone de otras varias hojas de trabajo. Los elementos que componen cada una de ellas se deben conocer bien para

poder aprovechar al máximo las posibilidades que brinda. Las dos primeras son de introducción de datos. Tabulación general está en función de calcular la coherencia didáctica para la muestra como totalidad en los diferentes momentos de la investigación, desde el inicial hasta el final. En ellas se puede apreciar cómo se procede a la organización y clasificación de la información recopilada, de modo que se facilite la presentación en tablas y gráficos. Aquí también se presenta la necesidad de realizar una evaluación y ajuste de los datos, con el propósito de superar las omisiones o errores. Una hoja para cada muestreo aparece en el libro en función de que cada indicador de cada miembro de la muestra se evalúe con diversidad de métodos, técnicas e instrumentos.

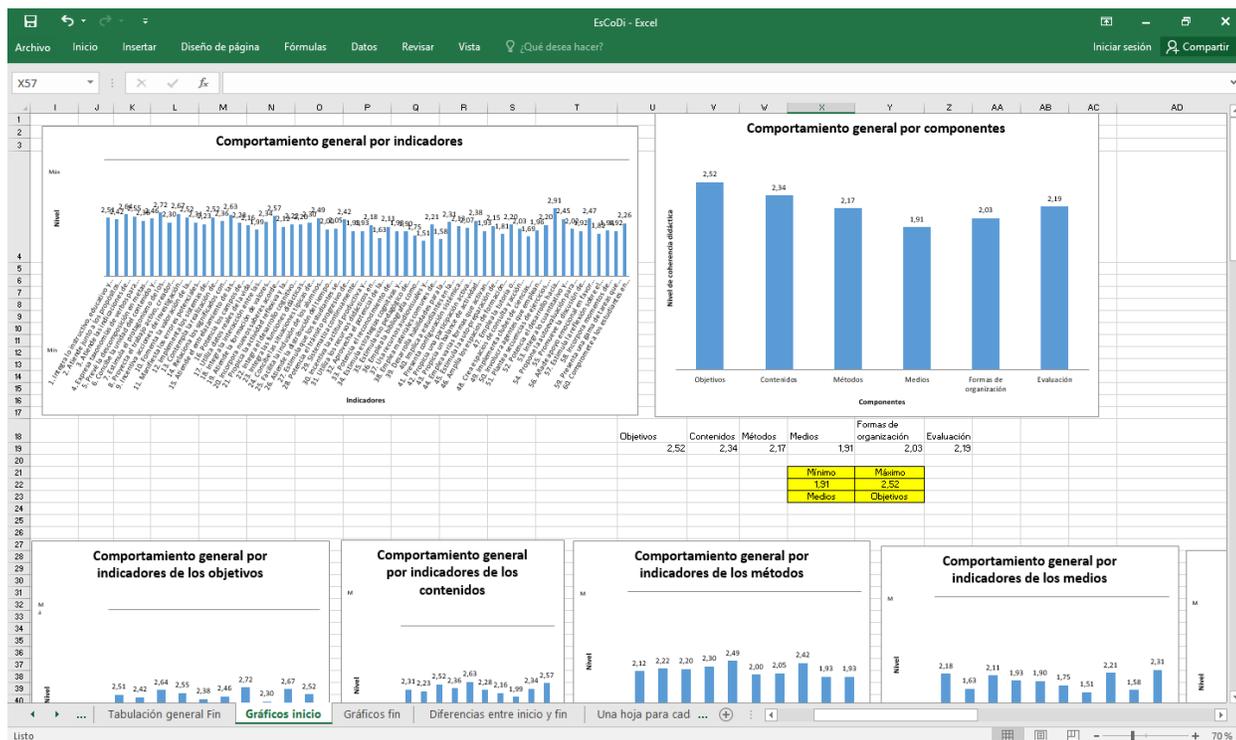


Figura 3: Ejemplo de una de las hojas del libro Excel EsCoDi

Los datos que deben ser introducidos en el libro Excel EsCoDi son números. Inicialmente, en una hoja para cada muestreo, los usuarios deben introducir números entre 0 y 5, según los resultados de la escala Likert en el instrumental científico aplicado. La coherencia didáctica para ese miembro de la muestra se calcula automáticamente. De este modo, se puede evaluar cada uno de ellos después de introducidos los datos correspondientes. No obstante, el comportamiento global de la muestra como totalidad es lo que más interesa. Este se calcula con los promedios de cada uno de los indicadores hallados.

Es importante que el usuario tenga el cuidado necesario en el momento de introducir los datos correspondientes para los cálculos del promedio de esta variable estadística. No obstante, EsCoDi incluye la comprobación de errores para evitarlos. Al mismo tiempo, de no introducirse datos en una celda no será

considerado como cero (0), sino como ausencia de dato o evaluación parcial. El promedio se calcula en función de la cantidad de datos introducidos en las celdas, no de la cantidad de celdas disponibles para datos.

La síntesis de los datos, con EsCoDi, no se realiza solo con las medias aritméticas, sin considerar las limitaciones de estos valores. Las medidas de dispersión sirven como indicador de la variabilidad de los datos. Esto es muy útil para comparar distribuciones y comprender los riesgos en la toma de decisiones. Mientras mayor sea la desviación estándar, mayor será la dispersión de los datos. A mayor dispersión menos representativa es la media. En consecuencia, la escala de coherencia didáctica utiliza la desviación estándar. De tal forma, es posible aprovechar sus múltiples ventajas. Por ejemplo, se puede determinar si un grupo de datos es más confiable que otro, a la vez que puede servir para normalizar las puntuaciones y convertir un valor a una escala estandarizada.

Un valor agregado de la utilización de EsCoDi es la posibilidad de recopilar grandes volúmenes de datos. Esto podría ser muy útil para el desarrollo de proyectos de minería de datos. Se podrían emplear árboles de decisión para el descubrimiento de reglas y relaciones en función de predicciones, la regresión lineal para formar relaciones entre datos o construir modelos de regresión, reglas de asociación para buscar reglas que revelan la naturaleza de las relaciones o asociaciones entre datos, así como las redes neuronales u otras diferentes técnicas de minería de datos.

4. Discusión

Dos ejemplos de investigaciones reales vinculadas a la coherencia didáctica, para el ejercicio didáctico en el escenario educativo tunero, se presenta en este apartado. Para ello se aplicaron rigurosamente los aspectos presentados hasta este punto. Esto se llevó a cabo por miembros de un proyecto de investigación de la Universidad de Las Tunas. Así se hizo uso de cada uno de los recursos que aquí se presentan, y esto derivó en conclusiones en detalles y toma de decisiones pertinentes sobre la coherencia didáctica en instituciones del territorio.

4.1. Coherencia didáctica en carreras universitarias

En Gamboa y Borrero (2019), Gamboa y Borrero (2020) se puede apreciar un ejemplo de aplicación de la escala propuesta en varias carreras (Ingeniería industrial, agronómica, Licenciatura en Educación Matemática, Contabilidad, Tecnología de la Salud, Optometría y Óptica) de universidades tuneras (Universidad de Las Tunas y Universidad de Ciencias Médicas “Dr. Zoilo Marinello Vidaurreta”). En este se reveló un movimiento desde un estado inicial evaluado de regular (R) a un estado final evaluado de bien (B). Esta síntesis se hizo a partir de la valoración de más de 45000 datos. Al respecto, se accedió a varias regularidades que ayudaron a las conclusiones y decisiones por tomar.

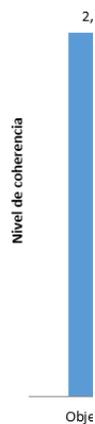


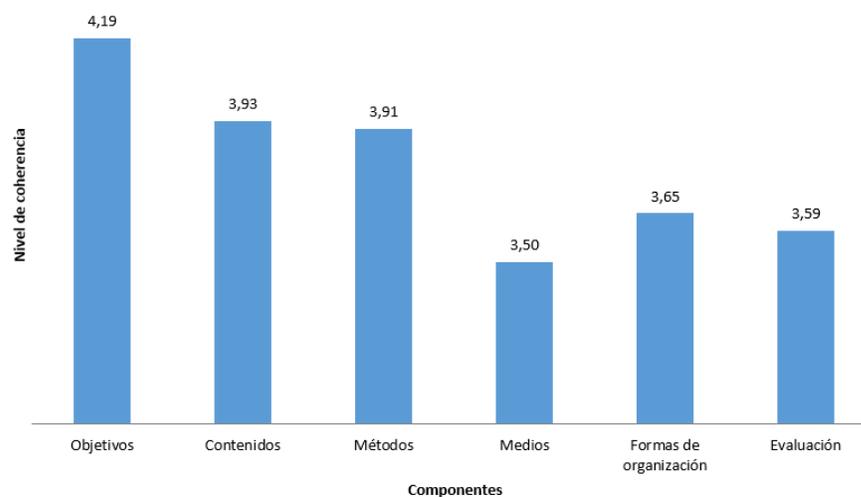
Figura 4: Comportamiento general del estado inicial de la coherencia didáctica por componentes

Aun
que

categorizar la variable y las conclusiones cuantitativas son importantes, lo fundamental es la interpretación cualitativa que se hizo. La coherencia didáctica fue evaluada inicialmente de regular (R), sin embargo, en la Figura 4 se muestra que existían diferencias significativas entre el estado del componente medios de enseñanza-aprendizaje y el resto de los evaluados. No obstante, dentro de este componente hubo un indicador de que se implica a los estudiantes en la selección o confección de los medios que utilizan, así como en la utilización de materiales comunes de vida cotidiana donde se puede apreciar la ciencia en acción, lo que fue utilizado para perfeccionar el trabajo con los restantes. Al respecto, también se manifestaron urgencias en formas de organización y métodos. La evaluación de los demás componentes justificó la necesidad de dirigir la atención hacia transformaciones en este proceso, para poder cumplir con las demandas sociales de tales carreras universitarias.

En la Figura 5 se muestra el comportamiento general del estado final de la coherencia didáctica por componentes al cabo de cinco años de trabajo. En ella el componente más beneficiado con respecto a la coherencia didáctica fue el de los objetivos, el que pasó a ser evaluado de muy bien (MB). Esto denotó la comprensión de la necesidad de coherencia didáctica por los muestreados.

Figura 5: Comportamiento general del estado final de la coherencia didáctica por componentes



En la Figura 6 se muestra el crecimiento de los indicadores que se tuvieron en cuenta para cada uno de los componentes en los cinco años de implementación. En los que más se avanzó están referidos a que los profesores integran en el proceso de enseñanza aprendizaje la interacción entre las ciencias y las situaciones que las impulsan, y su impacto (18).

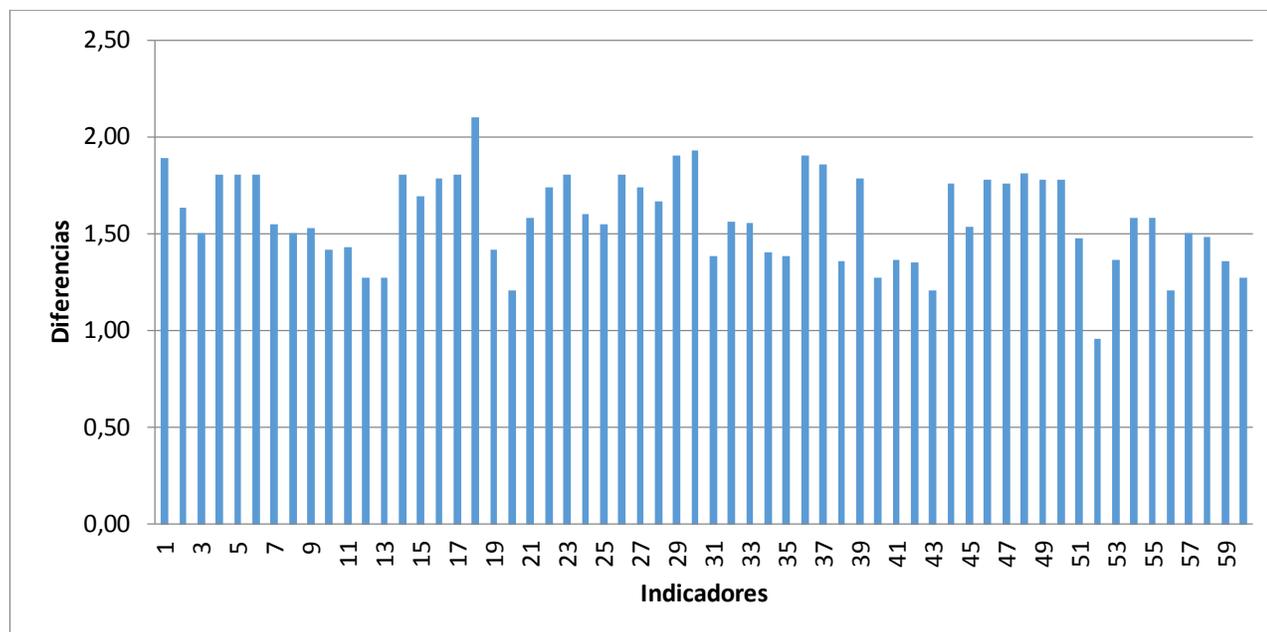


Figura 6: Comportamiento general de las diferencias entre los estados inicial y final de la coherencia didáctica por indicadores

Al mismo tiempo, hubo un crecimiento significativo en cuanto a que se incentivaba la actitud productiva y creadora en el proceso de aprendizaje (30). No obstante, si bien hubo crecimiento de la coherencia didáctica en todos los indicadores, todavía existieron algunos con transformaciones que distaban de lo esperado. Por ejemplo, entre los de menor avance resaltaron la potenciación del desarrollo hacia niveles superiores de desempeño con tareas más complejas adaptadas a las diferencias individuales, incluyendo actividades de ampliación y de refuerzo (52).

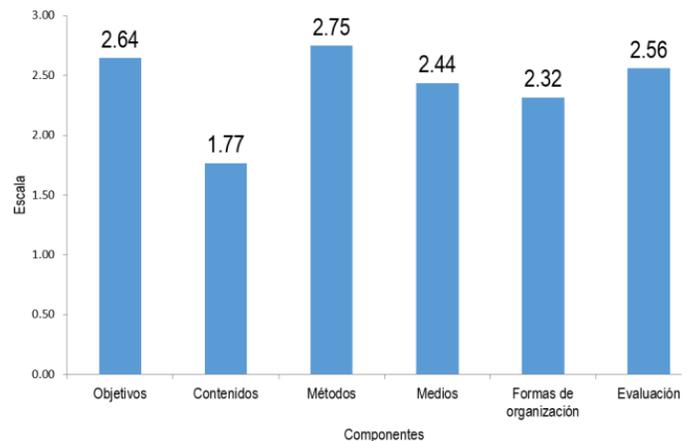
Además, se requirió potenciar un balance de actividad colectiva e individual (43), así como la incorporación de nuevos saberes acorde al sistema de experiencias de la actividad creadora, de acuerdo con los recursos tecnológicos y la cultura de los involucrados (20). Estos entre otros aspectos que aún se trabajan desde el trabajo científico y docente metodológico, en los diferentes niveles organizativos de carrera, disciplina, asignatura y año.

4.2. Coherencia didáctica en Educación Preuniversitaria

En Castillo y Gamboa (2020) se aplicaron la escala y el software en la Educación Preuniversitaria. Se trabajó en escuelas de la totalidad de los municipios tuneros (Manatí, Puerto Padre, Jesús Menéndez, Majibacoa, Las Tunas, Jobabo, Colombia y Amancio). De manera análoga se hizo un estudio por tipo de institución de preuniversitario (Centros Mixtos, Institutos Preuniversitarios Rurales, Institutos Preuniversitarios Urbanos y el Instituto Preuniversitario Vocacional de Ciencias Exactas). También se hizo el estudio por grado (10mo, 11no y 12mo) para establecer regularidades.

La síntesis de la medición global reveló el regular (R) estado inicial de la coherencia didáctica en el diseño del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática que realizan los docentes de Matemática en la provincia Las Tunas. Este resultado fue obtenido con la muestra de los 121 docentes de Matemática que trabajaban en este nivel educativo en la provincia.

De forma general el componente con mayores dificultades fue el relacionado con el diseño de los contenidos. De tal manera, se reveló la necesidad de perfeccionar la selección y organización de contenidos culturales y experienciales que presenta el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, en correspondencia con su valor científico. Esto, inicialmente, se convirtió en causa de los bajos niveles de desarrollo de las capacidades de los estudiantes, de razonamiento lógico, simbolización, abstracción, rigor y precisión que caracterizan al pensamiento formal. En la Figura 7 se puede distinguir que, si bien este componente fue el de mayores dificultades en su diseño, el resto no alcanzó una categoría superior a regular (R).



De manera más particular, los únicos indicadores evaluados de mal estuvieron relacionados con el diseño del contenido, si bien tampoco hubo ninguno que rebasara la categoría de regular. En tal sentido, los problemas al relacionar los significados con otros contenidos interdisciplinarios, que expresan formas de interpretar los sistemas de saberes de la Matemática y obtener puntos de contacto con las diferentes asignaturas en correspondencia con su lógica interna, fueron los más significativos. Esto, unido a las dificultades manifiestas para implementar los sistemas de representación adecuados al sistema de contenidos según la realidad de los involucrados y la potenciación de los campos de aplicaciones conforme al sistema de relaciones con el mundo para la solución de problemas de la vida en situaciones dadas en la realidad del contexto local. Estas se revelaron como las principales causas de insuficiencias en otros indicadores.

Al respecto, se resintió la presentación de situaciones de aprendizaje típicas de la Matemática vinculadas a varias asignaturas, de manera que permitieran potenciar el desarrollo de los alumnos hacia niveles superiores de desempeño cognitivo, mediante la realización de tareas cada vez más complejas, de carácter interdisciplinario. Igualmente, fue limitada la planificación de tareas docentes cuyos contenidos estuvieran relacionados con aplicaciones conectadas a intereses cognitivos de los estudiantes, para modelar situaciones diversas e investigar regularidades o patrones de la realidad. Al mismo tiempo, se

Figura 7: Estado inicial de la coherencia didáctica por componentes

desatiende la coherencia del sistema conceptual, de forma que las diferentes representaciones se complementarían como proceso matemático. Esto añadiría particularidades que incrementarían el compromiso de los docentes con este diseño y la participación activa de los estudiantes para su aprendizaje.

Esto se evidenció en la determinación de las clases de problemas y de manera más general, los tipos de tareas que tuvieron en cuenta en la introducción, la elaboración y la fijación del nuevo contenido. Asimismo, esto fue patente en los instrumentos que elaboraron de evaluación sistemática, de control parcial, en seminarios, tareas integradoras y demás formas que emplearon para evaluar. Estas carencias mostraron diferencias significativas entre los buenos resultados que alcanzaron sus estudiantes en contenidos que luego no dominaron en evaluaciones externas (provinciales, nacionales y de ingreso a la Educación Superior).

Como consecuencia, esto tuvo un impacto negativo en el aprendizaje de los estudiantes. En los tres años de esta caracterización repitieron la asignatura Matemática como promedio más de 600 estudiantes cada curso escolar, entre décimo y oncenos grados. Con respecto al duodécimo grado, los resultados de los exámenes de ingreso de la asignatura Matemática no rebasaron el 90,0 % de aprobados.

Cuando se hizo una profundización en los indicadores identificados como las principales causas de insuficiencias, se pudo constatar que los resultados de los estudiantes fueron todavía más preocupantes. En ejercicios interdisciplinarios de exámenes de ingreso a la Educación Superior no rebasaron el 40% (Figura 8). De manera similar se comportó en exámenes provinciales de la asignatura en décimo y oncenos grados, elaborados por el investigador para este estudio.

En estos últimos, por ejemplo, se pudieron constatar (Figura 9) los resultados insatisfactorios de los estudiantes en preguntas de formato diverso que evaluaron la comprensión de los significados del sistema conceptual.

Esto trajo como resultado la modelación del diseño de unidades didácticas de la Matemática con carácter interdisciplinario. Así se buscó satisfacer la necesidad de implicación en el nivel micro de diseño curricular que impone a los docentes de Educación Preuniversitaria la nueva concepción de la disciplina Matemática en el III perfeccionamiento del Sistema Nacional de

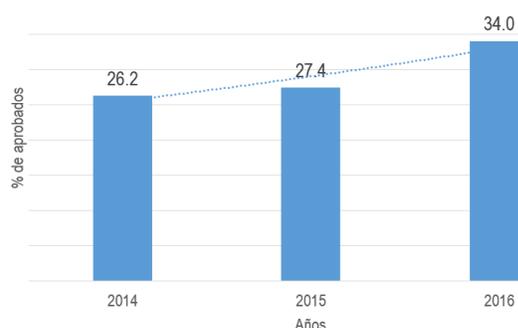


Figura 8: Porcentaje de respuestas correctas en preguntas de formato diverso en evaluaciones provinciales de décimo y oncenos grado

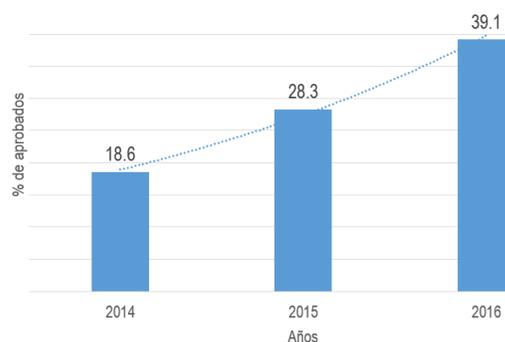


Figura 9: Porcentaje de respuestas correctas en ejercicios interdisciplinarios en exámenes de ingreso a la Educación Superior

Educación en Cuba. Esto se hizo en un sistema que incluyó una nueva relación entre organizadores de las diferentes representaciones del contenido matemático, sus aplicaciones y relaciones interdisciplinarias con las demás asignaturas para el trabajo con sistemas de representación interdisciplinar. De esta forma se le aportó coherencia didáctica a dicho proceso.

Se reveló un movimiento positivo desde un estado inicial a uno final más cercano al deseado. Esta síntesis se hizo a partir de la valoración de más de 60000 datos. Como se muestra en la Figura 10, en el proceso de aplicación de la estrategia se logró avanzar en todos los componentes. Los contenidos, objetivos y las formas de organización fueron los que más crecieron, es bueno señalar que los mismos eran los de mayores dificultades al inicio de esta investigación. Por la importancia del componente contenido, al transformarse influyó sin duda alguna en el mejoramiento y consolidación del resto.

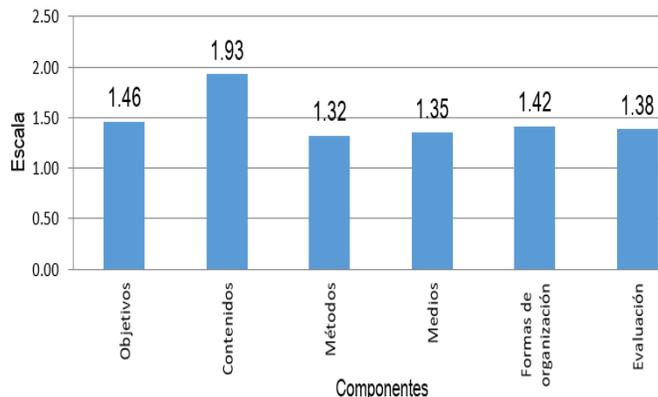


Figura 10: Crecimiento de los componentes

Los conocimientos de los estudiantes experimentaron avances durante la aplicación de la estrategia propuesta. Se consolidaron operaciones mentales, tales como: analizar y sintetizar, comparar y clasificar, generalizar y concretar, abstraer y particularizar. Ello se evidenció en los resultados de los exámenes finales de décimo y oncenos grados (Figura 11) en su comportamiento en los últimos cinco años. Mostrando resultados insatisfactorios en preguntas de formato diverso que evaluaron la coherencia del sistema conceptual con un crecimiento de 28 puntos porcentuales.

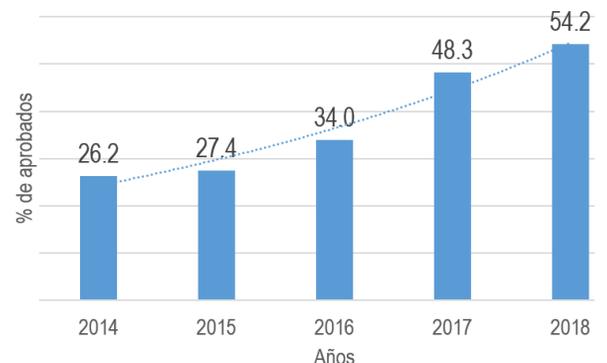


Figura 11: Porcentaje de respuestas correctas en la pregunta de formato diverso en décimo y oncenos grados que evaluaron la coherencia del sistema conceptual con un crecimiento de 28 puntos porcentuales.

La provincia de Las Tunas muestra un comportamiento ascendente en los resultados de ingreso a la Educación Superior en los ejercicios evaluados con un carácter interdisciplinario (Figura 12), de igual manera son significativos los avances cuando se comparan con los resultados generales de estos exámenes a nivel de país, en los que Las Tunas siempre se ha mantenido por encima de

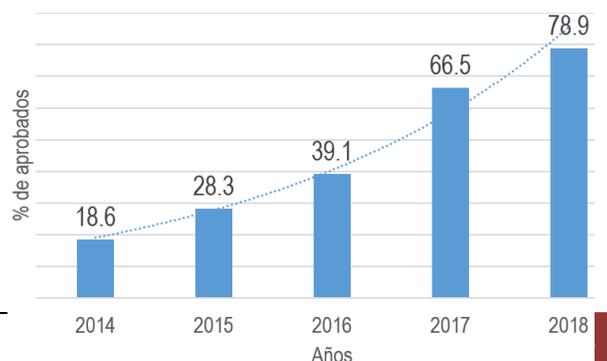


Figura 12: Porcentaje de respuestas correctas en ejercicios interdisciplinarios en exámenes de ingreso a la Educación Superior

la media nacional. Esto es un reflejo del impacto de la aplicación de la estrategia en la calidad del aprendizaje de los estudiantes, de tal forma, desde el año 2014 hasta el 2018 se ha evidenciado un crecimiento de 60,3 puntos porcentuales en ejercicios con carácter interdisciplinario.

CONCLUSIONES

La novedad de este trabajo radica en que se propone una escala de coherencia didáctica y un producto informático para el procesamiento de los datos correspondientes. De tal forma se favorece la adecuada recolección, organización, presentación y análisis de datos relativos a las muestras o poblaciones de estudio, para encontrar patrones interesantes, modelos predictivos, relaciones ocultas en los datos que permitan arribar a conclusiones válidas y tomar decisiones razonables. Esto se traduce en investigar sobre diseño, desarrollo y evaluación de dicho proceso a partir de las relaciones que se establecen entre los involucrados, según sus niveles reales y potenciales de desarrollo. Así se estimulan actividades coherentes que favorezcan la colaboración en un proceso que potencia la identificación mental y afectiva de los sujetos.

Se promueve la coherencia para el proceso didáctico. Con esto se guía el procesamiento de datos relacionados con los objetivos, la selección y organización de los contenidos, así como los métodos, medios, formas de organización y evaluación en la articulación coherente de las interacciones del contexto de aprendizaje. Esto es en función de investigar sobre el tramado de relaciones que establece armonía en una educación desde, durante y para la vida de los involucrados.

BIBLIOGRAFÍA

- Asún, R.A., Rdz-Navarro, K. y Alvarado, J.M. (2016). Developing multidimensional Likert scales using item factor analysis: The case of four-point items. *Sociological Methods and Research*, 45(1), 109-133.
- Bollen, K.A. y Barb, K.H. (1981). Pearson's r and coarsely categorized measures. *American Sociological Review*, 46(2), 232-239.
- Castillo, Y. y Gamboa, M.E. (2020). *Unidades Didácticas para Matemáticas con carácter interdisciplinario. Los sistemas de representación interdisciplinar en Educación Preuniversitaria*. OmniScriptum Publishing Group, Mauritius: Editorial Académica Española.
- Crespo, T. (2007). Respuestas a 16 preguntas sobre el empleo de expertos en la investigación pedagógica. *Lima: San Marcos*.
- Díaz, Y., Cruz, M., Pérez, M. C. y Ortiz, T. (2020). El método criterio de expertos en las investigaciones educacionales: visión desde una muestra de tesis doctorales. *Revista Cubana de Educación Superior*, 39(1).
- DiStefano, C. (2002). The impact of categorization with confirmatory factor analysis. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 9(3), 327-346.

- Gamboa, M.E. (2007). El diseño de unidades didácticas contextualizadas para la enseñanza de la Matemática en la Educación Secundaria Básica. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Las Tunas.
- Gamboa, M.E. (2012). *Enfoque vigotskiano del curriculum en la Pedagogía contemporánea. Unidades didácticas contextualizadas*. Saarbrucken, Alemania: Editorial Académica Española.
- Gamboa, M.E. (2016). Estadística aplicada a la investigación científica. En E. Santiesteban (Presidencia), *Investigación, educación y cultura*. Simposio llevado a cabo en el II Taller Redipe-Edacun, Las Tunas, Cuba.
- Gamboa, M.E. (2017a). Escalas de medición y análisis de datos estadísticos aplicados a la investigación educativa. En M.A. Peña (Presidencia), *Retos y desafíos de las carreras pedagógicas*. Simposio llevado a cabo en la IV Jornada Científica Nacional Evenhock 2017, Las Tunas, Cuba.
- Gamboa, M.E. (2017b). Estadística aplicada a la investigación científica. En J.C. Arboleda (Ed.). *Apropiación, generación y uso solidario del conocimiento* (pp. 59-76). Las Tunas, Cuba: Editorial Redipe-Edacun.
- Gamboa, M.E. (2018). Estadística aplicada a la investigación educativa. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 5(2).
- Gamboa, M.E. (2019a). Escalas estadísticas en la investigación educacional. Recuperado de <http://roa.ult.edu.cu/jspui/handle/123456789/3948>
- Gamboa, M.E. (2019b). La Zona de Desarrollo Próximo como base de la Pedagogía Desarrolladora. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 10(4), 30-50.
- Gamboa, M.E. (2019c). Libro Excel EsComDE como recurso para medir la Competencia de Dirección en Educación. *Boletín Redipe*, 8(3), 149-184.
- Gamboa, M.E. (2019d). Libro Excel de comparación por pares para procesar criterios de expertos (ComParEx). Recuperado de <http://roa.ult.edu.cu/jspui/handle/123456789/3957>
- Gamboa, M.E. (2019e). Libro Excel para aplicar la escala de la coherencia didáctica (EsCoDi). Recuperado de <http://roa.ult.edu.cu/jspui/handle/123456789/3955>
- Gamboa, M.E. (2019f). Libro Excel para calcular la competencia de expertos (CompetEx). Recuperado de <http://roa.ult.edu.cu/jspui/handle/123456789/3958>
- Gamboa, M.E. (2020). *Errores en el aprendizaje. Utilísima semilla que debe llegar a flor y a fruto*. OmniScriptum Publishing Group, Mauritius: Editorial Académica Española.
- Gamboa, M.E. y Borrero, R.Y. (2016). Influencia de la contextualización didáctica en la coherencia curricular del proceso enseñanza-aprendizaje de la Matemática. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 4(1).
- Gamboa, M.E. y Borrero, R.Y. (2017a). Influencia de la realidad contextual en la planificación del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática. *Innovación Tecnológica*, 23.
- Gamboa, M.E. y Borrero, R.Y. (2017b). Influencia de la realidad contextual en la planificación del proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Básicas. En Grupo MDM Corp S.A.C. (Ed.). *Epistemología y práctica educativa en las*

- instituciones de Educación superior* (pp. 349-378). Mexicali, México: Editorial REDEM.
- Gamboa, M.E. y Borrero, R.Y. (2017c). Influencia de los organizadores del curriculum en la planificación de la contextualización didáctica de la Matemática. *Boletín Redipe*, 6(1), 90-112.
- Gamboa, M.E. y Borrero, R.Y. (2019). Coherencia didáctica del proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Básicas en universidades de Las Tunas. *Innovación Tecnológica*, 25.
- Gamboa, M.E. y Borrero, R.Y. (2020). *Recursos estadísticos para investigar sobre coherencia didáctica. Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 7(2).
- Gamboa, M.E., Carmenates, O.A. y Amat, M. (2010). El legado de Vigotsky en la profesión educativa. *Opuntia Brava*, 2(2).
- Gamboa, M.E. y Carmenates, O.A. (2011). Influencia del pensamiento vigotskiano en el nivel micro del diseño curricular. *Opuntia Brava*, 3(1).
- Gamboa, M.E. y Hernández, L.J. (2018). Escala para medir la educación inclusiva de la familia. En J.C. Arboleda (Ed.), *Educación y Pedagogía Cuba 2018* (2), (pp. 6-15). La Habana, Cuba: Editorial Redipe.
- Gamboa, M.E. y Parra, J.F. (2017). Diseño de una escala para medir la competencia de dirección en Educación. En E. Santiesteban y J. C. Arboleda (Eds.), *Ciencia e Innovación Tecnológica* (1), (pp. 542-552). Las Tunas, Cuba: Sello Editorial Edacun-Redipe.
- Gamboa, M.E. y Parra, J.F. (2019). *Recursos para investigar sobre Competencia de Dirección en Educación. Ejemplos de buenas prácticas en su aplicación*. OmniScriptum Publishing Group, Mauritius: Editorial Académica Española.
- Likert, R. (1936). A method for measuring the sales influence of a radio program. *Journal of Applied Psychology*, 20(2), 175-182.
- Moral, J. (2006). Análisis factorial y su aplicación al desarrollo de escalas. En R. Landero y M. T. González (Eds.). *Estadística con SPSS y metodología de la investigación* (pp. 387-443). México: Trillas.
- Osgood, C.E. (1952). The nature and measurement of meaning. *Psychological Bulletin*, 49(3), 197-237.
- Penalva, A., Hernández, M. Á. y Guerrero, C. (2014). Percepción de los expertos de la necesidad de la formación del profesorado en convivencia. *Revista Fuentes*, (15), 281-304.
- Rodríguez, L.A., Gamboa, M.E. y Oliva, L.D. (2019). Diseño de escala de medición de la resolución de problemas del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática. En R. Velázquez (Presidencia), *Informática, Matemática y Ciencias de la Información*. Simposio llevado a cabo en 9na Edición de la Conferencia Científica Internacional de la Universidad de Holguín, Cuba.
- Rositas, J. (2014). Los tamaños de las muestras en encuestas de las ciencias sociales y su repercusión en la generación del conocimiento. *Innovaciones de negocios*, 11(22), 235-268.

Solís, V.M. (2014). ¿Por qué algunos aún prohíben utilizar estadística paramétrica para analizar datos ordinales? *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 19(2).

Thurstone, L.L. (1931). The measurement of social attitudes. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 26(3), 249-269.