
Los errores cognitivos y sus causas: una mirada desde la didáctica de las ciencias exactas

Cognitive errors and their causes: a view from the didactics of exact sciences

M. Sc. Migdalia Fernández Perón

migdalia.peron@reduc.edu.cu

Dr. C. Raúl Pedro Brito Melgarejo

raul.brito@reduc.edu.cu

Universidad de Camagüey “Ignacio Agramonte Loynaz”, Cuba

Los autores son profesores del Departamento de educación Ciencias Exactas de la Universidad de Camagüey “Ignacio Agramonte Loynaz. **Fernández Perón** es profesora Auxiliar y Máster en Didáctica de la Matemática, actualmente se desempeña como profesora de matemática y responsable de las disciplinas Didáctica de la Matemática y Formación Laboral Investigativa, en la carrera de Matemática-Física, así como investigadora del proyecto de investigación “La formación integral del profesional de Matemática-Física desde el enfoque interdisciplinario”. **Brito Melgarejo** es profesor Titular y Doctor en Ciencias de la Educación Superior y ejerce como responsable de la disciplina Física en la misma carrera, así como investigador del proyecto citado.

RESUMEN

El artículo describe los resultados de una investigación realizada con el objetivo de valorar la importancia de crear una cultura del error durante el proceso de formación de docentes en el tercer año de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Matemática-Física. Fueron empleadas la revisión bibliográfica para la precisión de los saberes desde el punto de vista de la didáctica de las ciencias que sirven de escenario y que resultan necesarios tener en cuenta para el tratamiento de los errores cognitivos y sus causas, la revisión documental para revelar las bases teórico – metodológicas esenciales, como uno de los requisitos indispensables para el desarrollo de una competencia didáctica y la incorporación de esta en la labor docente. Se utiliza la modelación en el diseño de la propuesta, así como procedimientos propios de la investigación-acción en la instrumentación y control de la misma. Se aportan como resultados la concepción y propuesta de ejemplos que revelan el trabajo con los errores cognitivos desde el proceso de enseñanza– aprendizaje de la Didáctica de la Matemática y la Didáctica de la Física, así como la referencia al impacto de la propuesta en un grupo de estudiantes caracterizados por su pobre formación didáctica al inicio de la investigación.

Palabras clave: habilidades cognitivas, proceso cognitivo, formación didáctica, dificultades de aprendizaje.

ABSTRACT

The paper describes the findings of a research aimed at assessing the importance of creating a culture of error during the process of teacher training. A framework was devised to back up the idea that the didactics of natural

sciences serves may take advantage of the treatment of cognitive errors and their causes. Modeling is used in the design of the proposal, as well as procedures specific to action research to carried out the experimental introduction and controlling the results. The findings include the aforementioned framework and examples illustrating how to work with the cognitive errors from the teaching-learning process when studying the didactics of mathematics and physics.

Keywords: cognitive ability, cognitive process, teacher education, learning difficulties.

El proceso educativo cubano constituye un sistema dinámico, en cuyo marco se producen actualmente profundas transformaciones en todos los niveles de enseñanza, con el propósito de alcanzar resultados cualitativamente superiores.

El nuevo modelo de escuela ratifica que la educación cubana tiene como fin la formación integral de la personalidad de las jóvenes generaciones. La personalidad como forma superior de expresión de lo psíquico posee, como una característica distintiva, su carácter regulador. Algunos investigadores del tema plantean que es posible estimular la activación–regulación del aprendizaje en las aulas a través de múltiples vías y procedimientos centrados en la reflexión y la autorregulación. (Castellanos, y otros, 2001, pág. 97). Más adelante esta autora brinda algunas sugerencias al respecto, entre las cuales hace referencia a la utilización de los errores cometidos por los estudiantes como fuente de nuevos aprendizajes, en el que se transforme la ocasión en una situación de reflexión y aprendizaje reflexivo, donde se valoren las causas de los errores y en las posibles alternativas para enmendarlos.

Al respecto resulta interesante examinar los criterios de otros autores que han incursionado en este ámbito, como son Blázquez (2015), García (1997), Gainza & Montejo (2015). Estos autores consideran el trabajo con los errores como un espacio didáctico en el que el mismo debe ser considerado como una fuente de información, que debidamente tratada nos permita un mayor y mejor acercamiento al alumno y efectividad en el proceso de transmisión de conocimientos y desarrollo de habilidades y capacidades. Esta posición teórica se opone a la del conductismo clásico que, como señala el propio Blázquez (2015), se pronuncian por eludir el error.

Las ideas hasta aquí planteadas reafirman nuestro planteamiento de que resulta imprescindible, tanto en docentes y alumnos, que estos adquieran conciencia sobre la necesidad del error, su identificación, la comprensión de sus posibles causas y su corrección oportuna y adecuada, pues no existe aprendizaje sin errores.

De ahí que el objetivo del presente artículo sea el describir los resultados de la investigación realizada para valorar la importancia de crear una cultura del error durante el proceso de formación de docentes en el tercer año de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Matemática-Física desde el tratamiento metodológico de los errores cognitivos y sus causas a partir del trabajo interdisciplinario entre las asignaturas Didáctica de la Matemática II y Didáctica de la Física II.

Materiales y métodos.

Para el desarrollo y solución del problema investigativo abordado, el mismo se empleó un enfoque de investigación-acción, y el registro de sistematización que aportara los fundamentos indispensables para la evaluación de la propuesta.

A partir de la realización de entrevista a estudiantes y profesores, la observación a distintas actividades docentes de profesores de la carrera, especialmente aquellos que imparten las didácticas particulares, así como del estudio bibliográfico efectuado y la revisión documental fueron precisados los fundamentos teóricos y metodológicos para identificar los saberes desde el punto de vista matemático y físico y convertirlos en herramienta de trabajo con vista al desarrollo del pensamiento lógico. Se identificaron los objetivos a partir de su relación con los problemas profesionales, que permitieran su contextualización en las asignaturas de *Didáctica de la Matemática II* y *la Didáctica de la Física II* en el tercer año de la carrera, escenario en el cual se desarrolló la investigación. La revisión documental permitió además la confrontación de los resultados teóricos ya referidos en la implementación del currículo en los años precedentes.

A partir de los fundamentos teóricos y metodológicos y la identificación de los saberes desde el punto de vista matemático y físico, se modeló una propuesta de ejemplos en la que los métodos empleados se derivaron del proceso de integración de los conocimientos y habilidades de las asignaturas involucradas en la investigación como manifestación de la puesta en práctica del accionar interdisciplinario, en el que se retoman y sistematizan contenidos de la formación pedagógica general, especialmente en lo referido a la Pedagogía, Psicología y la Didáctica General. Se realizó además un seguimiento y control sistemático del diagnóstico individual y grupal como elemento de medición y control de los resultados, a partir del proceso de autopreparación previa de los estudiantes centrado en la utilización de la guía de estudio como material de apoyo a la docencia, vinculada al desarrollo de seminarios, como el tipo de de clase que trajo consigo por parte del alumno, la búsqueda, obtención y procesamiento de información, de corte teórico y metodológico, relacionada con el tema que nos ocupa.

Por otra parte la labor metodológica realizada por el colectivo de disciplina conllevó a definir cómo enfrentar el trabajo desde una perspectiva interdisciplinaria, es decir identificar los contenidos didáctico–metodológicos esenciales, el modo en que se deben entrelazar los saberes para corroborar los puntos de encuentro entre las asignaturas seleccionadas y por consiguiente el diseño de ejemplos desde el punto de vista matemático y físico que revele el tratamiento metodológico de los errores cognitivos y sus causas.

Los ejemplos reflejados en el presente artículo fueron diseñados para estudiantes que arriban a la carrera con grandes carencias cognitivas, centradas en insuficiencias que se manifiestan en el deficiente desarrollo de habilidades tanto de específicas de las ciencias seleccionadas, así como generales de carácter intelectual, entre ellas se encuentra: explicar, argumentar y valorar, entre otras; aspecto que incide de forma negativa en el desempeño profesional del docente en formación.

Resultados

El aprendizaje humano es un proceso de carácter dialéctico, es decir de apropiación de los contenidos y las formas de conocer, hacer, convivir y ser construidos en la experiencia socio-histórica, en la que se producen, como resultado de la actividad del individuo y de la interacción con otras personas, cambios relativamente duraderos y generalizables, que le permiten adaptarse a la realidad, transformarla y crecer como personalidad.

La escuela cubana actual y especialmente desde el acto docente universitario requiere de un profesor que tenga pensamiento interdisciplinario como premisa para que pueda transmitir esta forma de pensar y

proceder a todos sus estudiantes. Los docentes deben demostrar que poseen estas cualidades y que son capaces de formarlas a su vez en los estudiantes, mediante el ejemplo de su actuación profesional.

Los autores implicados en esta investigación con vista a la concreción del desempeño interdisciplinario como modo de dirección del proceso de enseñanza aprendizaje, así como modelo de actuación profesional, en el tercer año del curso diurno, de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Matemática-Física, se proponen desarrollar seminarios que expresen los puntos de encuentro y cooperación entre las asignaturas que nos ocupan y sus mutuas influencias como resultado del proceso interdisciplinario que se requiere para este tipo de trabajo en la enseñanza. De modo, que este paradigma de clase debe reflejar la unidad entre instrucción-educación-desarrollo, y por tanto implica además que cumpla requisitos como:

1. Finalidad: la formación integral de la personalidad del futuro profesor.
2. Contenido: referido a la concepción del contenido curricular centrada en las relaciones interdisciplinarias en función de la resolución de problemas profesionales.
3. Método: el modo de actuación pedagógico profesional en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de las diferentes disciplinas.

Las didácticas específicas, en la carrera Matemática-Física, constituyen disciplinas donde, según su programa y las exigencias derivadas del modelo del profesional que se aspira formar, debe predominar el desarrollo de actividades docentes como escenario idóneo para el establecimiento de relaciones interdisciplinarias y por consiguiente una vía para la integración de conocimientos, habilidades y modos de actuación profesional.

A partir de la indagación teórica realizada, los autores identifican el tratamiento de los errores cognitivos y sus causas como un contenido que sirve de base al proceso de articulación interdisciplinaria, especialmente desde el contexto de la clase de didáctica como requisito para el logro de un aprendizaje desarrollador con enfoque profesional.

Al reflexionar acerca de la problemática que nos ocupa en el presente artículo, referido a los errores cognitivos y sus causas, no habrá éxitos en el aprendizaje, si los alumnos no tienen una clara comprensión del sistema de conocimientos (conceptos, leyes, procedimientos, entre otros), así como un adecuado desarrollo de habilidades y capacidades que favorezca un desempeño cognitivo apropiado, asociado este al sistema de acciones cognitivas que expresan el desarrollo obtenido en determinada área del saber, en correspondencia con las aspiraciones trazadas en los objetivos de los programas de estudio.

La carencia del trabajo de prevención y erradicación de los errores cognitivos, a partir del análisis de sus causas, provoca que no se propicien y estimulen la toma de conciencia por parte de los alumnos, de sus dificultades, y su papel activo en la erradicación del mismo; de modo que en el ámbito educativo se identifique la influencia positiva de algunas premisas indispensables a tener en cuenta durante el proceso de enseñanza – aprendizaje de las ciencias como son:

- Necesidad de crear una cultura del error.
- Necesidad de provocar conflictos cognitivos en los alumnos que los haga reflexionar y desarrollar estrategias metacognitivas.

- Necesidad de un adecuado manejo del error como requisito indispensable para poseer una competencia didáctica desarrollada.

En correspondencia con estas consideraciones, se reconoce entonces el carácter regulador de la categoría “**error cognitivo**”, que rebasa los marcos de un solo componente, pues desde lo evaluativo alcanzan un análisis valorativo de la calidad del proceso en su integridad. Esta concepción nos permite concebirlas como elementos dinamizadores, no solo del proceso evaluativo, sino del propio proceso de enseñanza-aprendizaje en su integridad y del consecuente trabajo metodológico que debe emprenderse para activar la clase como célula fundamental del proceso docente- educativo.

Por otra parte, se identifican dos tipologías de errores cognitivos en las ciencias que nos ocupan en el presente trabajo:

1. Errores conceptuales
2. Errores de procedimiento

Estos tipos de errores pueden estar asociados a causas que guardan relación con la falta de comprensión de enunciados en los ejercicios, las operaciones intelectuales implicadas, no reconocimiento de analogías y establecimiento de relaciones y dependencias entre los ejercicios y problemas ya resueltos, falta de concentración, sobrecarga cognitiva, entre otras.

Lo anteriormente planteado evidencia la necesidad de que los métodos y procedimientos empleados en la clase propicien la comprensión conceptual como base para operar con el conocimiento, a partir de la búsqueda de significados, del análisis de posibles vías de solución; la aplicación de estrategias, procedimientos y razonamientos que posibiliten la resolución de ejercicios y problemas mediante la sistematización de conocimientos y habilidades que viabilice la solidez de los conocimientos y la generalización de modos de pensar y actuar.

A continuación, se reflejan a modo de ejemplos, contenidos seleccionados de la Matemática y la Física escolar, abordados durante la realización de seminarios en las asignaturas referidas a la Didáctica de la Física II y Didáctica de la Matemática II, del tercer año de la carrera, en los cuales se aborda el tratamiento de los errores cognitivos y sus causas en distintas áreas del saber en dichas ciencias.

1. Traducción del lenguaje común al lenguaje de las variables

1.1. Traducción de pronombres numerales con función multiplicativa y fraccionaria

Errores frecuentes:

- No se identifica correctamente la función de los pronombres numerales.
- No se reconoce que situaciones diferentes se pueden expresar de la misma forma en el lenguaje de las variables.
- No se reconoce que se pueden presentar situaciones donde interviene el mismo número con significado diferente.

Causas de los errores:

- Desconocimiento del significado de la palabra en el lenguaje común.
- No dominio de sinónimos. (Desconoce las distintas formas de expresar una misma situación).
- No dominio del significado de conceptos matemáticos como el de fracción, tanto por ciento, entre otros, así como las operaciones entre números y cantidades de magnitud.

1.2. Traducción de palabras como "Excede"

Errores frecuentes:

- No identificar correctamente en la situación dada cuál es el número mayor y cuál es el menor.
- No reconocer las distintas formas análogas de expresar la relación de excede entre dos cantidades o números.

Causas de los errores:

- Desconocimiento del significado de la palabra en el lenguaje común
- Desconocimiento del significado de la palabra en el lenguaje técnico

2. Resolución de ejercicios geométricos de demostración

2.1. Demostración de igualdad de triángulos.

Errores frecuentes:

- No identificar en figuras compuestas los triángulos que deben seleccionarse para realizar la demostración.
- No identificar con precisión los elementos homólogos.
- Prefijar el criterio de igualdad a utilizar en la demostración.
- No reconocer adecuadamente la estructura verbal del ejercicio
- No representar adecuadamente la demostración.

Causas de los errores:

- Trabajo con la superposición de figuras (triángulos).
- Forma en que están planteadas las condiciones dadas y buscadas.
- No dominio de definiciones, propiedades y de procedimientos de adición y/o sustracción de longitudes de lados y/o amplitudes de ángulos.

3. La resolución de problemas matemáticos y físicos.

Errores frecuentes:

- Representación inadecuada de la situación física o matemática.
- Elección de una vía de solución incorrecta.
- Valores numéricos no acordes con la realidad.
- No correspondencia de la solución con una situación física o matemática posible.

Causas de los errores:

- En la interpretación incorrecta del problema.
- En la utilización inadecuada de esquemas, modelos, gráficos.
- En la homogenización incorrecta de las unidades de medida.
- En las condiciones del problema.
- En la selección incorrecta del modelo o vía de solución.
- En el orden de magnitud de la respuesta.

4. El trabajo experimental en Física.

También existe la posibilidad de errores cognitivos en los alumnos durante el trabajo experimental, como ejemplo se analiza la aplicación del Método Científico Experimental. (Elección de hipótesis adecuada, Diseño del experimento, Realización del experimento, Obtención y evaluación de resultados)

Errores frecuentes:

- Representación inadecuada de la situación física.
- Relación inadecuada entre las variables.
- Montaje incorrecto del experimento.
- Valores numéricos no acordes con la realidad.
- No correspondencia de los resultados con una situación física posible.

Causas de los errores:

- En la formulación del problema.

- En la selección del modelo.
- En la selección de los útiles e instrumentos de medición.
- Utilización inadecuada de escala en los gráficos.
- Aplicación inadecuada de la teoría de errores.
- En orden de magnitud de los resultados obtenidos.

Por otra parte, resulta imprescindible destacar el papel que juega el control y la evaluación sistemática ya que permite apreciar la evolución individual de cada estudiante en particular, en términos de los logros alcanzados y dificultades enfrentadas y al mismo tiempo del grupo de manera general lo cual posibilita retroalimentarse de la efectividad y eficiencia del trabajo realizado, de manera que permita medir los saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales. Todo ello debe propiciar en los estudiantes las acciones de valoración y autocontrol de los resultados parciales que se van obteniendo en la actividad que conlleva a la solución exitosa de la tarea; evaluar el aspecto cognitivo en cada estudiante, pero también el modo de actuación profesional mostrado a partir de su desempeño durante el desarrollo de cada actividad docente en las asignaturas que nos ocupan, constituyen premisas esenciales para cumplir con el objetivo propuesto.

Conclusiones

El análisis realizado permite concluir que los presupuestos teóricos y metodológicos referidos anteriormente constituyen hilos conductores de nuestra concepción didáctica y adquieren plena vigencia en el proceso de enseñanza- aprendizaje de las ciencias, que los retoma, orienta e impulsa desde una posición en la que el tratamiento de los errores cognitivos y sus causas desde la perspectiva abordada por los autores, debe ser considerado uno de los principales desafíos de la práctica pedagógica e identificado como uno de los ejes conceptuales del diseño, desarrollo y evaluación de la clase como célula fundamental.

Este resultado revela las amplias potencialidades que reviste la clase de didáctica como escenario propicio para un clima afectivo favorable, que estimule la participación de los alumnos, que favorezca el análisis productivo de los errores con su adecuado tratamiento pedagógico, indagar en las causas de los mismos para su tratamiento, constituyen premisas indispensables para el desarrollo de una apropiada competencia didáctica.

La implementación de los ejemplos propuestos reveló el grado de aceptación de los mismos por parte de los estudiantes del tercer año de la carrera, evidenciándose saltos cualitativamente superiores desde el punto de vista cognitivo y metodológico, aspectos reflejados en el desempeño profesional alcanzado durante el desarrollo de las actividades docentes planificadas al respecto.

Recibido: julio 2017

Aprobado: noviembre 2017

Bibliografía

Álvarez, C. M. (1999). *La escuela en la vida*. Ciudad de La Habana: Pueblo y Educación.

- Álvarez, M. (2004). Etiología de errores matemáticos. *III Congreso de Didáctica de las Ciencias*. Ciudad de La Habana: Educación Cubana. Recuperado el 17 de febrero de 2017, de [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:JNahUQyNAjAJ:matematica.cubaeduca.cu/media/matematica.cubaeduca.cu/medias/pdf/Las%2520causas%2520de%2520los%2520errores%2520matem%25C3%25A1ticos%2520de%2520los%2520alumnos%2520\(Marta%2520%25C3%2581lvare](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:JNahUQyNAjAJ:matematica.cubaeduca.cu/media/matematica.cubaeduca.cu/medias/pdf/Las%2520causas%2520de%2520los%2520errores%2520matem%25C3%25A1ticos%2520de%2520los%2520alumnos%2520(Marta%2520%25C3%2581lvare)
- Blázquez, D. (2015). *El error, un instrumento para enseñar mejor*. Recuperado el 14 de junio de 2017, de Instituto Nacional de Educación Física. Centro de Barcelona: <https://es.slideshare.net/exequielriquemegonzalez/el-error-un-instrumento-util-para-ensear-mejor-didctica-de-la-educacin-fsica-autor-domingo-blazquez-pdf>
- Castellanos, D., Castellanos, B., Llivina, M., Silverio, M., Reinoso, C., & García, C. (2001). *Aprender y enseñar en la escuela. Una concepción desarrolladora*. Ciudad de La Habana.: Pueblo y Educación.
- Dirección de Formación del Personal Docente. (2010). *Programa de disciplina de Didáctica de la Física*. Ciudad de La Habana: Ministerio de Educación.
- Dirección de Formación del Personal Docente. (2010). *Programa de disciplina de Didáctica de la Matemática*. Ciudad de La Habana: Ministerio de Educación.
- Engels, F. (1979). *Dialéctica de la Naturaleza*. Ciudad La Habana: Editoria Política. .
- Gainza, L. M., & Montejo, M. N. (2015). Corregir errores y estimular la comunicación oral en lengua extranjera. *Humanidades Médicas*, 15(2), 340-354. Recuperado el 17 de febrero de 2017, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1727-81202015000200009&script=sci_arttext&tIng=en
- García, J. F. (1997). *La cultura del error*. Barcelona, España: Editorial Planeta.