

La resolución de problemas de bioestadística en la carrera Agronomía

Biostatistical Problem Solving by Agronomy Majors

Iraní Placeres Espinosa^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-4035-8643>

Walfredo González Hernández² <https://orcid.org/0000-0001-8974-3721>

María Hernández Díaz³ <http://orcid.org/0000-0002-6635-4739>

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Matanzas, Cuba.

²Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad de Matanzas, Cuba.

³Departamento de Información y Estadística, Universidad de Matanzas, Cuba.

*Autor para la correspondencia. irani.placeres@umcc.cu

RESUMEN

La investigación se realizó con el objetivo de desarrollar la habilidad «resolver problema de bioestadística» en los estudiantes de la carrera Agronomía, de la Universidad de Matanzas, Cuba. Para esto, se efectuaron comprobaciones de conocimientos, visitas a clases y encuesta. Las principales dificultades encontradas fueron la falta de conocimientos sobre el tema, la carencia de un análisis profundo de los conceptos y propiedades, los inconvenientes para obtener datos no explícitos en el problema y en realizar las operaciones de cálculo, el insuficiente dominio de los procedimientos generales y específicos, entre otras. Se diseñó una estrategia didáctica, en la que se tomó como guía la estructura propuesta por Barreras (2004), la cual fue sometida al criterio valorativo de un grupo de expertos. Se comprobó que el índice de aceptación de referencia fue mayor que el de aceptación, valorándose finalmente de positiva la estrategia didáctica.

Palabras claves: carrera Agronomía, habilidad «resolver problemas», Universidad de Matanzas.

ABSTRACT

This study was intended for agronomy majors at the University of Matanzas, Cuba, to acquire the skill at solving biostatistical problems. Knowledge was tested, lectures were assessed, and students were surveyed. Shortcomings were the lack of knowledge of the subject; concepts and properties were not carefully examined; difficulties in

collecting data not explicit in problems, and in making calculations; poor mastery of general and specific techniques, among others. A teaching strategy was designed on the basis of the one suggested by Barreras (2004); it was positively evaluated by experts.

Keywords: *Agronomy major, skill at solving problems, University of Matanzas.*

Recibido: 19/7/2018

Aceptado: 7/10/2019

INTRODUCCIÓN

Actualmente, a nivel mundial, se ha incrementado la necesidad de introducir en las investigaciones los modelos y las herramientas estadístico-matemáticas de avanzada (Jiménez y Reyes, 2013), lo que ha conllevado a que su estudio se incluya en el diseño curricular de un número considerable de las carreras universitarias que se estudian en Cuba (Numa, Martín, Diéguez y Sánchez, 2014). Chávez, Arteaga, García y Zambrano (2017) añaden que la Estadística como asignatura, además de incluirse en todos los planes de estudio de las más diversas profesiones, también forma parte de los programas de especialización y posgrado en las más diversas disciplinas, de ahí la importancia que se le debe dar en el proceso enseñanza-aprendizaje (PEA) y la atención que los investigadores le dan en la búsqueda de estrategias eficaces que hagan más asequible su aprendizaje.

En la carrera Agronomía a esta disciplina se le llama Bioestadística y se imparte en todas las universidades de Cuba en los primeros años, después de haber recibido la Matemática Superior I y II. La Bioestadística es una rama científica que se encarga de la aplicación del análisis estadístico a diferentes cuestiones vinculadas a la biología. Puede decirse que es un área o una especialización de la estadística, la ciencia dedicada al estudio cuantitativo de todo tipo de variables (Pérez y Gardey, 2017). Constituye una disciplina que provee métodos y procedimientos para coleccionar, clasificar, resumir y analizar información (datos), provenientes de las áreas biológicas.

Un objetivo del programa de la disciplina del plan de estudio «D» y «E» en Agronomía es resolver problemas de bioestadística relacionados con el perfil profesional, con otras asignaturas y con la vida real. Sin embargo, se observa un considerable nivel de fracaso en esta actividad en los estudiantes que ingresan a formarse como ingenieros agrónomos en la Universidad de Matanzas.

Las carencias de habilidades para resolver este tipo de ejercicios fueron detectadas en comprobaciones de conocimientos, visitas a clases y encuestas. Los estudiantes presentaron dificultades en la comprensión del enunciado,

en la traducción de los datos del lenguaje común al estadístico que permita la representación de las cantidades desconocidas mediante expresión algebraica y en la comprobación del resultado atendiendo al texto. Todo esto indica la falta de procedimientos y acciones lógicas del pensamiento que debe poseer el estudiante universitario para resolver los problemas de esta asignatura.

Travieso y Hernández (2017) descubren en los estudiantes universitarios dificultades en el aprendizaje, asociadas a los procedimientos y acciones lógicas del pensamiento, al enfrentarse a las exigencias que les impone el proceso de enseñanza-aprendizaje del nivel superior. Entre estos se pueden mencionar:

- Gran parte de los estudiantes no son capaces de resolver las tareas de carácter teórico y no desarrollan procedimientos lógicos del pensamiento, necesarios para responder tareas lógicas.
- A los estudiantes universitarios les resulta cada vez más difícil explicar un hecho o fenómeno expresando sus ideas correctamente, de forma directa y precisa.
- Los educandos utilizan estrategias o acciones aprendidas de memoria para resolver problemas, a veces, complejos, lo que no funciona, lógicamente, en el caso del análisis teórico de una situación dada, donde tienen que llegar a una solución de forma creativa e independiente.

También Numa, Martín, Diéguez y Sánchez (2014) realizaron un diagnóstico para identificar y resolver problemas propios de la profesión, donde revelan como insuficiencias:

- Dificultades para analizar e interpretar la problemática dada en el ejercicio de la profesión.
- Insuficiencias en la delimitación de los rasgos identificativos del problema profesional.
- Limitaciones en la obtención de la información sobre esta situación, en forma de datos.
- Dificultades en la interpretación del resultado del procesamiento de los datos.

Lo anterior demuestra que los estudiantes poseen grandes insuficiencias que no les permiten llegar con éxito a la solución de problemas profesionales, lo que limita su pertinencia formativa. Esto indica la necesidad de profundizar en el PEA de la estadística, orientado a este tipo de ejercicios. Además, actualmente existe un creciente interés por el estudio del proceso de resolución de problemas, ya que se plantea como el eje principal del PEA de muchas ciencias, como la matemática, la física, la química, entre otras, y constituye un tema polémico de análisis y eje central de disímiles investigaciones (Pino, 2012; Chio, Álvarez y López, 2013; Fernández, 2013; Juárez, 2014). No obstante, aún existen pocas investigaciones acerca del proceso de resolución de problemas en la asignatura Bioestadística.

Todo esto conduce a plantear como objetivo del presente trabajo la propuesta de una estrategia didáctica para desarrollar la habilidad «resolver problemas de Bioestadística» en los estudiantes de la carrera Agronomía de la Universidad de Matanzas.

DESARROLLO

Los problemas estadísticos tienen ciertas particularidades que los diferencian de los netamente matemáticos. Según Chatfield (1988), usualmente es necesario distinguir el procedimiento estadístico que es necesario aplicar y esta decisión estratégica a menudo comporta gran dificultad para los estudiantes, lo cual incide de forma directa en la concepción y análisis del razonamiento. Autores como Hawkins (1990), Schuyten (1990) y Rubin (1989) coincidieron en afirmar que el razonamiento estadístico tiene que ver con la comprensión de las hipótesis subyacentes a los diversos procedimientos y de los efectos de su no cumplimiento, interpretación de los problemas generales y derivación de los particulares, capacidad de elección del análisis más adecuado, análisis de los resultados y aceptación de las limitaciones respecto a las conclusiones, etcétera. Estas afirmaciones del razonamiento estadístico se pueden ver como etapas de la resolución (Álvarez y Vallecillos, 2001).

El empleo de resolución de problemas durante el PEA tiene sus ventajas, ya que afianza y promueve el conocimiento de los estudiantes, lo que les permite aplicar los aspectos teóricos a situaciones prácticas específicas. Otra aportación de esta actividad es que ayuda al estudiante a aprender a aprender, a aplicar sus conocimientos en la resolución de problemas de la vida diaria y a desarrollar el pensamiento creativo. Hay investigaciones que han puesto de manifiesto que este tipo de actividad no resulta fácil para los alumnos, quienes tienden a abordar los problemas escolares del mismo modo que abordan los cotidianos: centrando sus esfuerzos en alcanzar el resultado correcto y olvidándose de la comprensión del proceso (Martínez Lozada, García Barros, Mondelo Alonso y Vega Marcote, 1998). Además, los estudiantes tienen dificultades, tanto con la utilización del razonamiento lógico y con la comprensión del enunciado y su representación mental, como con los conocimientos teóricos implicados en la resolución, que generalmente son insuficientes y están mal estructurados. A su vez, los alumnos tienen una capacidad escasa para abordar problemas diferentes a los resueltos en clases.

Fuentes (2016) señala que sin la resolución de problemas no es posible concebir el pensamiento matemático y, sobre todo, el estadístico. La dinámica propia que aportan los métodos estadísticos y los lógicos deductivo e inductivo favorece el desarrollo de habilidades en los estudiantes, así como de cualidades profesionales que son sustanciales para el desempeño del futuro profesional. Chávez, Arteaga, García y Zambrano (2017) señalan que la estadística ofrece al futuro profesional herramientas para optimizar la producción y la productividad, a través del uso adecuado

de sus diferentes técnicas, según el objetivo de la investigación. Es una asignatura integradora que constituye base fundamental para la formación del ingeniero agropecuario.

Por otro lado, Mazarío (2002) destaca que, para la resolución de cualquier problema matemático, un elemento clave es la relación que se establece entre las acciones del pensamiento, las cuales en su interacción determinan el mecanismo principal de solución (Labarrere, 1996). Es así que cuando se hace referencia al carácter de proceso de la resolución de problemas, se alude a la actividad mental, es decir, a la forma peculiar en que las acciones básicas del pensamiento del alumno se manifiestan, a cómo se estructuran e interactúan dinámicamente entre sí (Delgado, 2016). Al respecto, Cherry (2011) coincide en que es un proceso mental que trae consigo el descubrimiento, análisis y solución de un problema que presenta obstáculos para encontrar una solución. La formación de las acciones mentales se entiende mejor al revisar las etapas por las que transcurre: motivacional, de elaboración de la base orientadora para la acción, material o materializada, verbal y mental (Galperin, 1986). Todas ellas son necesarias para acometer el proceso de resolución de problemas.

Solaz-Portolés y Sanjosé (2007) presentan variables cognitivas que resultan ser decisivas en la resolución de problemas. Analizan el papel que desempeñan las variables «conocimiento previo», «estrategias de estudio» y «conocimiento conceptual (conceptos y estructuras preposicionales en la memoria a largo plazo)» en la resolución de problemas. Los resultados que obtuvieron a partir de tres análisis estadísticos (correlaciones entre variables, análisis de regresión múltiple y análisis de regresión *stepwise*) indican que las tres variables influyen de manera estadísticamente significativa en el éxito de esta tarea. El conocimiento conceptual resultó ser el que más contribuye en dicha resolución. Por último, señalan que la base de un conocimiento adecuado para resolver problemas consta, además, del conocimiento conceptual (también llamado declarativo), del situacional, del procedimental y del estratégico (Ferguson-Hessler y De Jong, 1990). No se pueden pasar por alto las estrategias cognitivas o estrategias metacognitivas, que resultan igualmente cruciales.

En otro artículo, Solaz-Portolés y Sanjosé (2008) plantean que muchos psicólogos cognitivos también recurrieron a los modelos mentales como estructuras cognitivas elaboradas por los estudiantes en los procesos de resolución. Es el caso de Anderson (1995), quien consideró los modelos mentales como la síntesis del conocimiento declarativo en un constructo que se optimiza para resolver los problemas. Este autor afirma que es necesario hacer funcionar y reestructurar modelos mentales y, para ello, es preciso desarrollar una sólida base de conocimiento declarativo. En consecuencia, desarrollar modelos mentales resulta clave para tener éxito en la resolución de problemas. Mayer (en Solaz-Portolés y Sanjosé, 2008) propone un modelo cognitivo para explicar la resolución de problemas que puede resumirse en dos pasos principales: traducción e integración del problema y planificación y ejecución de la solución.

Por otra parte, Tamayo, Travieso y Mendoza (2016) señalan que la resolución de problemas vinculados a la profesión es favorable para el estudiante, ya que establece los procedimientos correctos ante una situación problemática de la práctica social. A su pensamiento concurren los elementos fundamentales que le permiten identificar en el enunciado las cuestiones relacionadas con el planteamiento lógico de un algoritmo de trabajo, que va desde el reconocimiento de los datos y las relaciones que se establecen entre estos hasta la búsqueda de la(s) incógnita(s) y su interpretación. Indican, además, que la práctica ha demostrado que, para la argumentación teórica de los fenómenos de la naturaleza, los alumnos deben resolver múltiples problemas, de cuya resolución depende la aplicación correcta de las leyes que operan en la realidad objetiva.

Es importante remarcar las coincidencias que los autores plantean sobre el proceso que se analiza. La persona que se enfrenta a un problema debe estar consciente de la existencia de una dificultad y tener interés en resolverla, pero no cuenta con los conocimientos y experiencias que le permitan directa o inmediatamente darle solución. Esto constituye un proceso de razonamiento, donde las acciones del pensamiento en su interacción determinan el mecanismo principal de solución de cualquier problema. La resolución de este tipo de problemáticas afianza y promueve el conocimiento de los estudiantes, por lo que los problemas siempre deben ser portadores de nuevos elementos motivadores para el que aprende, ya que es un proceso «productivo» y no meramente «reproductivo». Otro aspecto pedagógico que deben reunir es que respondan en lo posible a los intereses y necesidades de los estudiantes. Los elementos que contengan deben estar en estrecha relación con el círculo de ideas, conocimientos y experiencias del alumno dentro del nivel de enseñanza que curse.

Para intervenir en el PEA de bioestadística, es necesario seleccionar cierto tipo de estrategia para la enseñanza, realizar un acondicionamiento del medio, organizar los materiales, seleccionar tareas y prevenir un tiempo de ejecución. Se prepara de acuerdo a cierta representación previa a la clase y se toman decisiones acerca de su desarrollo. La suma de estas acciones se encontrará subsumida por los componentes propios de la estrategia didáctica seleccionada.

1. ESTRATEGIA PARA RESOLVER PROBLEMAS DE BIOESTADÍSTICA, SEGÚN LA GUÍA DE BARRERAS

A partir de las consideraciones de los autores citados se presenta la propuesta de una estrategia didáctica diseñada para resolver problemas de bioestadística en la que se tomaron como guías la propuesta de Barreras (2004) (Figura 1) y la experiencia de la autora principal de este artículo.

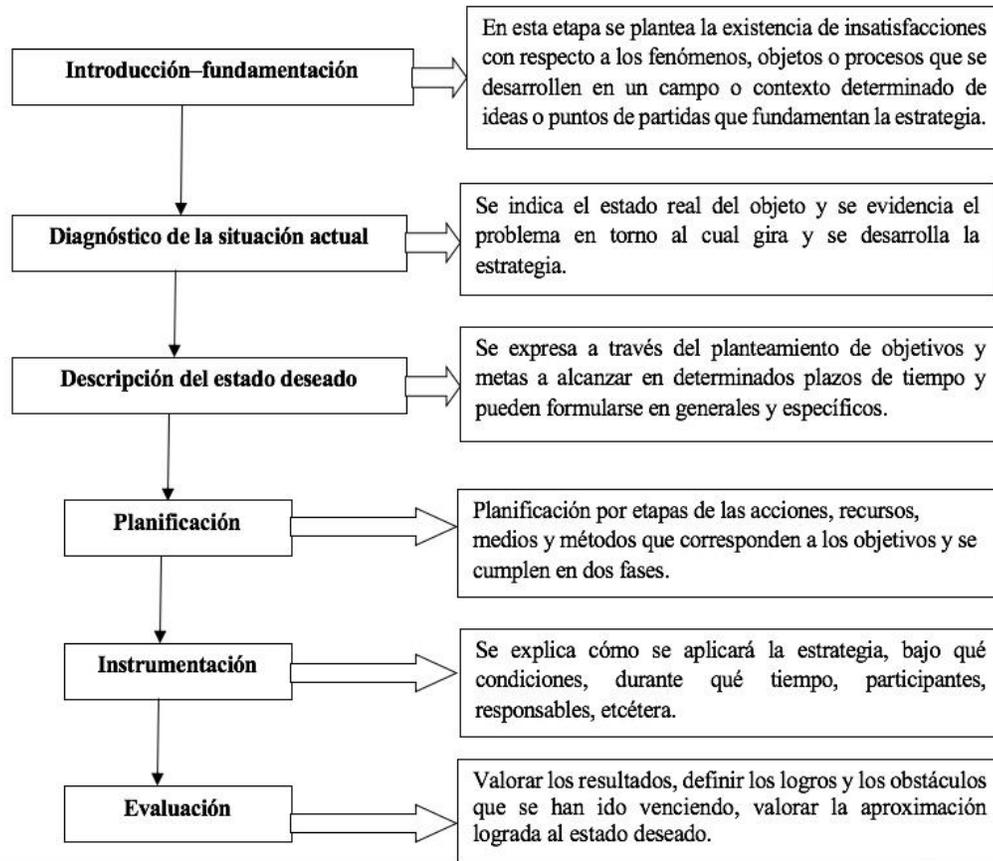


Figura 1. Estructura de la estrategia para resolver problemas de bioestadística, según la guía de Barreras (2004).

1.1. Introducción-fundamentación

Para la realización de la estrategia se tienen en cuenta como bases teóricas: el enfoque histórico-cultural de Vigostky (1987), las áreas de estudio del aprendizaje dentro del PEA, la didáctica y el papel que desempeñan profesores y estudiantes. En este contexto se precisan algunos aspectos esenciales, como el trabajo del profesor en el PEA de la asignatura Bioestadística de la carrera Agronomía. Para favorecer un ambiente colaborativo en el escenario educativo, el profesor debe utilizar métodos participativos que propicien el diálogo y la reflexión entre los participantes del proceso, partiendo del conocimiento de las características personales de cada uno de sus alumnos (fortalezas, debilidades, intereses). Tal actuación apunta a que sea capaz de conocer las habilidades de un grupo de trabajo para trazar la estrategia educativa a emplear y a que proporcione problemáticas vinculadas con la agricultura de estos tiempos, para así promover la creatividad y el aporte cognoscitivo de cada uno de los miembros del grupo.

Por otra parte, es importante señalar el papel que debe desempeñar el alumno, teniendo en cuenta que se debe enfatizar en la capacidad y habilidad para organizarse, de forma que todos los integrantes de un grupo puedan participar activamente y en forma relativamente equitativa. Aquí se destacan cuatro aspectos:

- Los estudiantes deben tomar conciencia del nivel cognoscitivo que poseen para solucionar los problemas de la asignatura, ya sea de forma independiente o en grupo.
- Los estudiantes deben ser capaces de integrar durante el proceso educativo los conocimientos de todas las asignaturas recibidas.
- Los estudiantes deben entrenarse en estrategias efectivas de aprendizaje que les ayuden a enfrentar adecuadamente los problemas y les permitan experimentar el éxito y la satisfacción por lograrlo.
- Los estudiantes deben desarrollar habilidades con la aplicación de las acciones, que les permitan alcanzar con éxito la solución del problema, obtener un desempeño adecuado y obligarse a aplicar todos los conocimientos y procedimientos necesarios.

1.2. Diagnóstico de la situación actual

Para el diagnóstico de la situación actual se necesitó el estudio de materiales y tesis doctorales que avalan el trabajo con la habilidad «resolver problemas». Fue precisa la consulta de bibliografías sobre las principales dificultades que se han evidenciado en la resolución de problemas, así como los documentos de autores claves sobre el tema, como Polya (1965, 1981), Bransford y Stein (1988), los cuales plantean los cuatro pasos necesarios para resolver problemas con éxito. Se realizó una encuesta a estudiantes de segundo a quinto año de la carrera durante dos cursos consecutivos, para conocer sus principales dificultades al resolver problemas de bioestadística y la motivación por la carrera. Esto puede incidir significativamente en el desarrollo cognitivo del estudiante, ya que la mayoría de los problemas se vinculan con la agricultura cubana. También se utilizó la observación directa del PEA en los estudiantes, con énfasis en el estado de la habilidad «resolver problemas».

Después de haber aplicado la encuesta a la muestra seleccionada, se pudo comprobar que el 100 % de los estudiantes están motivados por la carrera. Esto constituye un elemento positivo para resolver los problemas elaborados por la autora, vinculados con los problemas actuales de la agricultura, lo que despierta el interés, la motivación, la creatividad y la responsabilidad de los estudiantes por lograr resolverlos de forma correcta.

Las principales dificultades que enfrentan al resolver problemas de bioestadística (Figura 2) están relacionadas con la falta de conocimientos que tienen sobre el tema (1), la falta de un análisis profundo de los conceptos y propiedades (2), las dificultades en obtener datos no explícitos en el problema (3), en realizar las operaciones de cálculo (4), el

insuficiente dominio de los procedimientos generales y específicos que tienen que aplicar para resolver los problemas (5), la falta de autoconfianza (6) y fallos en la memoria de los estudiantes (7), el uso de lenguaje rebuscado o de términos científicos que dificultan la comprensión del problema (8), dificultades con la descripción del enunciado (9) y con la organización de la información en el enunciado (10).

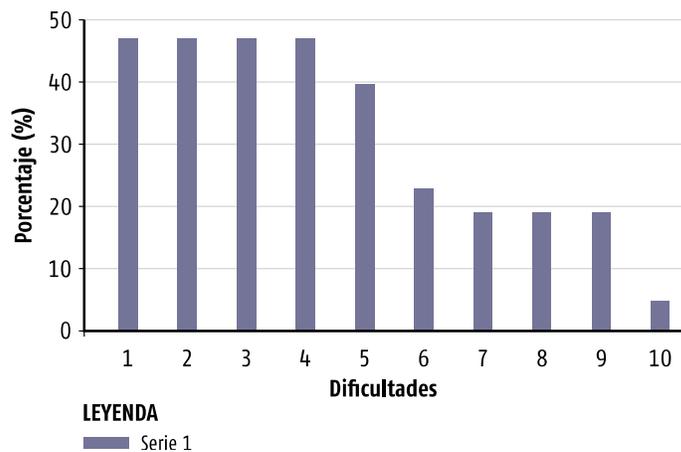


Figura 2. Principales dificultades de los estudiantes para resolver problemas de bioestadística.

Garret (1987) y Oñorbe y Sánchez (1995) coinciden al plantear que los estudiantes centran sus esfuerzos en alcanzar el resultado correcto y olvidan la comprensión del proceso. Los educandos tienen dificultad tanto con la comprensión del enunciado y la representación mental, como con los conocimientos teóricos implicados en la resolución, que generalmente son insuficientes y están mal estructurados. En general, los resultados de investigaciones relevantes sobre dificultades en la resolución de problemas aparecen relacionados con: la comprensión del enunciado, dificultades asociadas a conocimientos de los alumnos, dificultades asociadas a estructuras cognitivas, características personales y falta de interés.

Las acciones esenciales que deben tener presente los estudiantes en la asignatura de Bioestadística para desarrollar la habilidad «resolver problema» son:

1. Analizar el problema: el 100 % de la muestra lo escogió de forma correcta como el primer paso.
2. Proponer estrategias de trabajo: solo fue escogido correctamente como el segundo paso por el 20 % de la muestra.
3. Valorar las consecuencias de la estrategia a ejecutar: ningún estudiante lo tomó en cuenta.
4. Ejecutar la estrategia seleccionada: fue escogido por el 4 % de la muestra como el cuarto paso.

5. Evaluar logros y dificultades: fue seleccionado correctamente por solo el 16 %.

Esto demuestra que los estudiantes no poseen el conocimiento de una disposición ordenada y/o una guía definida que los oriente a alcanzar con éxito la solución del problema.

Otras dificultades detectadas están relacionadas con la calidad del estudiante que ingresa a Agronomía. Por lo general, tiene bajo índice académico y no siente motivación por la carrera. Además, el deficiente hábito de estudio y la no profundización de los conocimientos durante el estudio independiente provocan una insuficiente preparación de los estudiantes para las actividades docentes, ya que carecen también de métodos, técnicas y estrategias que les facilitarían la apropiación del conocimiento, todo lo cual dificulta significativamente el desarrollo de habilidades durante el PEA.

1.3. Descripción del estado deseado, según Barreras

Para el caso que nos ocupa, el objetivo general es desarrollar la habilidad «resolver problemas de bioestadística» en los estudiantes de segundo año de la carrera Agronomía en los dos cursos en que se desarrolló la investigación. Para darle cumplimiento se trazó como objetivo específico elaborar actividades prácticas de la asignatura con problemas relacionados con el perfil agropecuario. Estas se planificaron teniendo en cuenta el uso de métodos participativos para la solución de situaciones problemáticas relacionadas con la profesión, con el objetivo de que el estudiante ejecutara un conjunto de acciones en pos del desarrollo de la habilidad y de su control de forma sistemática.

1.4. Planeación estratégica

La planeación estratégica está compuesta por dos fases, según la guía de Barreras (2004):

1. El profesor planificará actividades con los contenidos de la asignatura, con el empleo de métodos participativos para que los estudiantes apliquen las acciones que les permitirán desarrollar la habilidad «resolver problemas» después de identificar el estado actual de la habilidad y las posibilidades futuras que tienen los estudiantes para alcanzar un nivel de desarrollo que irá sistemáticamente en ascenso con la aplicación de la estrategia y que permitirá la adquisición de habilidades para preparar al individuo para resolver las nuevas situaciones generadas constantemente en la agricultura.
 - El profesor adopta un ambiente cómodo para el estudiante en la segunda fase (aplicación de las acciones), de tal forma que este se concentre y ponga su mayor esfuerzo en resolver correctamente los problemas

relacionados con el perfil profesional del ingeniero agrónomo que se les dan en las actividades prácticas, con el fin de elevar la motivación y propiciar el esfuerzo grupal, la cooperación y el desarrollo pleno de todos los miembros del grupo, al conjugar los intereses individuales con los objetivos educativos generales, lo que debe conducir a lograr un mayor desarrollo de la habilidad «resolver problemas» y una mayor eficiencia en el PEA de la asignatura Bioestadística.

La verdadera eficiencia se alcanza a través de la aplicación de las acciones correctas para llegar al éxito de la solución del problema, la proyección por parte del profesor (guía del proceso) de un estilo dinámico que logre integrar sus propias características y experiencias, las particularidades del grupo estudiantil (con un papel activo durante el proceso), el contenido y las demandas de los problemas a resolver, las condiciones y el contexto concreto en que transcurre el PEA de Bioestadística. Se deben planificar las actividades prácticas de la asignatura con acciones encaminadas a relacionar los problemas con situaciones reales de la agricultura del territorio matancero o con los problemas que surgen durante el desarrollo de la práctica laboral investigativa estudiantil, de modo que se estimule el interés sobre la base de lo novedoso, lo incierto, lo incompleto, lo sorprendente, lo conflictivo y lo problémico, para resaltar la relevancia que tiene para el estudiante desarrollar la habilidad para su futuro desempeño profesional y personal y en el propio proceso de aprendizaje. Incluso, los estudiantes pueden elaborar sus propios problemas a partir de la práctica laboral investigativa integrada. Durante las actividades el educando tendrá la posibilidad de relacionar los nuevos problemas con otros desarrollados anteriormente (vínculos intramateria e intermaterias). El profesor podrá evaluar el dominio de conocimientos y habilidades necesarias (prerrequisitos) y su expresión en el rendimiento o ejecución concreta del problema. Por último, al concluir todas las actividades de la asignatura podrá evaluar el nivel de desarrollo de la habilidad alcanzado por los estudiantes.

1.5. Instrumentación

La instrumentación consiste en la ejecución de las acciones planificadas durante las clases prácticas de toda la asignatura y se aplicó a todos los estudiantes de segundo año de la carrera, por dos cursos consecutivos. Esta acción no es posible si los profesores no inducen la estrategia a través de los diferentes diagnósticos realizados, por lo que se consideró como participantes tanto a los estudiantes como a los profesores. En dichas actividades docentes se empleó el método de situaciones problémicas, combinado con el método de discusión en grupos. Los estudiantes utilizaron para el procesamiento estadístico el *software* Statgraphic Plus. Versión 5.1 en inglés, por lo que durante las actividades se cumplieron las estrategias curriculares de Computación e Idioma Inglés, entre otras. El tiempo de

duración estimado para constatar resultados fue de un semestre, que es lo requerido para impartir la asignatura. El responsable de la ejecución fue el coordinador general de la aplicación de la estrategia.

1.6. Evaluación

Las dimensiones de la evaluación están en función de colocar este componente en una regulación de todo el proceso y cumplir las funciones que le están dadas a toda evaluación. Este indicador alcanza su excelencia cuando se concibe en correspondencia con el desarrollo del proceso y en aras de determinar el objetivo a lograr. Para ello, la evaluación debe ser integradora al nivel de la instancia organizativa correspondiente, tener un carácter problémico y exigir el pleno despliegue de la habilidad dominada.

La evaluación no tiene necesariamente que ser solo en un acto final del desarrollo del proceso en cuestión (Barrera, 2004). Se materializa a través de comprobaciones frecuentes con calificaciones de 5 a 2 puntos. El desarrollo de la habilidad «resolver problemas» se evaluó en tareas extraclases y en las clases prácticas del tema II, referente a los métodos básicos de la estadística inferencial, donde el estudiante se enfrentó a problemas variados en los que tuvo que seleccionar y aplicar los métodos estadísticos estudiados, acorde con el objetivo del problema. Asumiendo las características de la evaluación, la valoración final se realizó teniendo en cuenta el nivel de desarrollo de la habilidad que desplegó el estudiante durante el transcurso de la asignatura con la aplicación de la estrategia y al tener en cuenta su carácter científico y su pertinencia, según los fines que se persiguen en situaciones y contextos particulares de aprendizaje.

Para determinar la pertinencia de la estrategia con todas sus acciones fue puesta a disposición del criterio valorativo de un grupo de expertos seleccionados previamente, por lo que primero se procedió a determinar la cantidad de expertos y obtener el consentimiento de ellos para su participación. Se propone que la cantidad de expertos a seleccionar debe ser menor o igual que $a * n$ donde a es un número entre 0,7 y 1, prefijado por el investigador y n es el número de elementos que caracterizan un determinado objeto de estudio (número de atributos). En esta investigación se tomó que $n = 12$ y se fijó por parte del investigador que $a = 0,7$, lo que resultó una cantidad aproximada de ocho expertos. Dado que los métodos para el trabajo con expertos aconsejan que la cantidad deba ser impar, se seleccionaron siete para esta investigación. Para la selección se calculó el coeficiente de competencia, el cual se determinó de acuerdo con la opinión sobre su nivel de conocimiento con respecto al tema de investigación y con las fuentes que le permiten comprobar su valoración.

El coeficiente de competencia se calculó con la fórmula $K=(Kc+Ka)/2$, donde Kc es el coeficiente de conocimiento o información que tiene el experto respecto al problema, calculado sobre la valoración del propio experto y Ka es el coeficiente de argumentación o fundamentación de los criterios del experto. Para calcular el coeficiente de

conocimiento o de información que posee el experto primeramente se ofreció una escala donde la persona evaluó su conocimiento del tema, lo que ofrece el valor para el cálculo del Kc, donde $Kc = \text{coeficiente de conocimiento}/10$ (Tabla 1).

Tabla 1. Coeficiente de conocimiento de los expertos potenciales

Expertos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kc	0,6	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,4	0,9	0,9

A continuación se obtiene la información que posibilitó calcular el coeficiente de argumentación. La escala que se asignó para medir esta valoración es alto, medio y bajo (Tabla 2).

Tabla 2. Datos para el cálculo de Ka

Fuentes que han influido en sus conocimientos sobre la habilidad «resolver problema»	Grado de influencia de criterios		
	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos sobre este tema.	0,22	0,18	0,14
Experiencia práctica en el PEA en el nivel superior.	0,18	0,14	0,10
Consulta de trabajos de autores cubanos o extranjeros.	0,14	0,10	0,06
Conocimientos adquiridos por maestría o doctorado relacionados con la Pedagogía.	0,20	0,16	0,12
Conocimientos adquiridos por posgrados o diplomados.	0,10	0,07	0,05
Intuición basada en sus conocimientos y experiencia profesional.	0,16	0,12	0,08

La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos del coeficiente de argumentación (Ka), basado en los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos por cada experto.

Tabla 3. Aplicación del coeficiente de argumentación a expertos potenciales

Fuentes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
Análisis teóricos sobre este tema.	0,18	0,18	0,22	0,18	0,22	0,22	0,18	0,22	0,22	0,22	0,14	0,22
Experiencia práctica en el PEA en nivel superior.	0,10	0,14	0,18	0,14	0,18	0,14	0,18	0,18	0,18	0,14	0,18	0,18
Consulta de trabajos de autores cubanos o extranjeros.	0,10	0,14	0,10	0,14	0,14	0,10	0,14	0,10	0,14	0,06	0,10	0,14
Conocimientos adquiridos por maestría o doctorado relacionados con la Pedagogía.	0,12	0,20	0,16	0,20	0,16	0,16	0,20	0,20	0,16	0,12	0,20	0,16
Conocimientos adquiridos por posgrados o diplomados.	0,05	0,10	0,07	0,05	0,07	0,10	0,07	0,10	0,07	0,05	0,10	0,10
Intuición basada en sus conocimientos y experiencia profesional.	0,08	0,16	0,12	0,16	0,12	0,16	0,08	0,16	0,12	0,08	0,16	0,16
Ka	0,63	0,92	0,85	0,87	0,89	0,88	0,85	0,96	0,89	0,67	0,88	0,96

En la tercera fase se obtiene el coeficiente de competencia K del experto, al promediar la puntuación correspondiente a cada una de las partes del cuestionario, se propone que este coeficiente debe estar entre $0,8 < K < 1$, con el objetivo de hacer una selección rigurosa de los profesionales dispuestos a participar de la investigación. Una vez calculado el coeficiente de competencia y de argumentación, se determinó el coeficiente de competencia de cada experto potencial utilizando $K = (Kc + Ka)/2$, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Cálculo del coeficiente de competencia de los expertos potenciales

Expertos	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
K	0,61	0,86	0,82	0,78	0,85	0,84	0,78	0,88	0,85	0,53	0,89	0,93

Este método exige un coeficiente de competencia superior a 0,8 para ser considerado experto en la temática. Por tanto, todos los que arrojaron resultados de 0,53; 0,61 y 0,78 no son considerados expertos, así como el correspondiente a 0,82 por encontrarse en el límite. Se consideraron como expertos en esta investigación a los siete con valores correspondientes entre 0,84 y 0,93 por satisfacer los requisitos del método.

Una vez elaborada la propuesta de estrategia didáctica para el desarrollo de la habilidad se les presenta a los expertos seleccionados para su validación, los cuales, mediante un cuestionario, la evalúan a través de ocho aspectos o ítems, confeccionados por los autores.

En la Tabla 5 y la Tabla 6 se muestra el resumen de los resultados obtenidos por el cuestionario. Se puede observar la ponderación promedio por cada ítem (J) la votación (V), según los criterios de cada uno de los expertos (Ei) en los

aspectos a evaluar; además de encontrar los cálculos pertinentes para obtener el índice de aceptación (ecuación 1, ecuación 2, ecuación 3), donde:

- $In-A = \{\Sigma [Pondj \times \Sigma (VEi)]\} / 8$ (1) In-A: Índice de aceptación.
- $In-Ar = (\Sigma Pondj \times 21) / 8 + 1$ (2) In-Ar: Índice de aceptación de referencia.
- $Pond = In-A \geq In-Ar$ (3) Pond: Ponderación de los expertos.

Los resultados de los indicadores son en base a la ponderación específica de los expertos.

A continuación se presentan los resultados de las votaciones de los expertos en porciento por cada uno de los ítems (Tabla 5). No fue preciso mostrar la columna donde se marca la estrategia como «inadecuada (I)», debido a que ninguno de los expertos la seleccionó.

Tabla 5. Votaciones en porciento en cada uno de los ítems propuestos

ITEMS	MA	BA	A	PA
Fundamentos científicos, teóricos y metodológicos que sustentan la estrategia didáctica.	28,6	57,1	14,3	0,0
Requerimientos para la estructuración de la estrategia.	71,4	14,3	14,3	0,0
Representación gráfica del contenido y estructura de la estrategia didáctica.	57,1	14,3	28,6	0,0
Objetivo general de la estrategia didáctica.	85,7	14,3	0,0	0,0
Etapas de la estrategia didáctica.	42,9	14,3	42,9	0,0
Acciones y objetivos de las etapas.	57,1	14,3	14,3	14,3
Relación entre las acciones y objetivos con el desarrollo de la habilidad «resolver problemas de Bioestadística».	85,7	0,0	14,3	0,0
Pertinencia de la estrategia para el desarrollo de la habilidad «resolver problemas de Bioestadística».	85,7	14,3	14,3	0,0

Leyenda: MA: Muy adecuada, BA: Bastante adecuada, A: Adecuada, PA: Poco adecuada

Retomando los requerimientos para validar la estrategia, es preciso probar que $In-A \geq In-Ar$, como se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6. Resumen de los resultados arrojados por el cuestionario

ASPECTOS A EVALUAR	Pond.	MA	BA	A	PA	I	$\Sigma(\text{VEi})$	Pondj x $\Sigma(\text{VEi})$
Fundamentos científicos, teóricos y metodológicos que sustentan la estrategia didáctica.	5		5	2			26	130
Requerimientos para la estructuración de la estrategia.	10	4	1	2			30	300
Representación gráfica del contenido y estructura de la estrategia didáctica.	5	2		5			25	125
Objetivo general de la estrategia didáctica.	15	6	1				34	510
Etapas de la estrategia didáctica.	5	3	1	3			28	140
Acciones y objetivos de las etapas.	15	3	1	2	1		27	405
Relación entre las acciones y objetivos con el desarrollo de la habilidad «resolver problemas de Bioestadística».	20	5		2			31	620
Pertinencia de la estrategia para el desarrollo de la habilidad «resolver problemas de Bioestadística».	25	6		1			33	825
In-A								381,875
In-Ar								263,5

Leyenda: MA: Muy adecuada (5puntos), BA: Bastante adecuada (4), A: Adecuada (3), PA: Poco adecuada (2), I: Inadecuada (1).

En los cálculos pertinentes el valor arrojado de In-Ar es igual a 263,5 y el valor calculado de In-A es igual a 381,87; al ser este valor mayor que el del In-Ar queda demostrado que la condición se cumple; o sea, la estrategia propuesta queda aprobada por los expertos que participaron en la investigación.

Las principales sugerencias que los expertos dieron en relación a los ítems evaluados estuvieron relacionadas con la incorporación de los problemas confeccionados por la autora en el programa de la asignatura y el empleo de métodos de enseñanzas que propicien durante el PEA el desarrollo de la habilidad «resolver problema», aspectos que se tuvieron en cuenta en el diseño final de la estrategia.

CONCLUSIONES

La propuesta de la estrategia didáctica para resolver problemas de Bioestadística, por su carácter intencional, crea las condiciones pedagógicas y psicológicas para alcanzar un mayor desarrollo de dicha habilidad durante el proceso enseñanza-aprendizaje de esta asignatura, la cual fue validada por los expertos de positiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ, G. y A. VALLECILLOS (2001): «Razonamiento estadístico para la solución de problemas en el nivel universitario: aspectos teóricos y una aplicación», *Revista Pedagogía Universitaria*, vol. 6, n.º 3, pp. 3-13.
- ANDERSON, J. (1995): *Learning and memory: An Integrated Approach*, Wiley, Nueva York.
- BARRERAS, F. (2004): *Así se enseña la capacidad de aprendizaje*, Instituto Superior Pedagógico Juan Marinello, Matanzas.
- BRANSFORD, J. D. y B. S. STEIN (1988): *Solución ideal de problemas*, Editorial Labor, Barcelona.
- CHATFIELD, C. (1988): *Problem Solving: A Statistician's Guide*, Chapman and Hall, Londres.
- CHÁVEZ, D.; Y. ARTEAGA; Y. GARCÍA y D. A. ZAMBRANO (2017): «La contribución de la Estadística en la formación del profesional agropecuario, agroindustrial y forestal», <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050517/051705.pdf> [2018-06-17].
- CHERRY, K. (2011): «What Is Problem-Solving?», <http://psychology.about.com/od/problemsolving/f/problem-solving-teps.htm> [2011-10-12].
- CHIO, J. A.; A. ÁLVAREZ y M. LÓPEZ (2013): «La solución de los problemas matemáticos desde el análisis reflexivo», *Transformación*, vol. 9, n.º 1, enero-junio, pp. 34-41.
- DELGADO, A. (2016): «La habilidad resolver problemas de decisión empresarial en la asignatura Investigación de Operaciones para los estudiantes de Licenciatura en Economía», tesis de doctorado, Universidad de Matanzas, Cuba.
- FERGUSON-HESSLER, M. G. y T. DE JONG (1990): «Studying Physics Texts: Differences in Study Processes between Good and Poor Performers», *Cognition and Instruction*, n.º 1, vol. 7, pp. 41-54.
- FERNÁNDEZ, J. (2013): «Relaciones entre actuaciones de alumnos y profesores de Matemáticas en ambientes de resolución de problemas, y creencias y concepciones respecto de dimensiones relacionadas con el esfuerzo desde la teoría de la inteligencia creadora», tesis de doctorado, Universidad de Huelva, España.
- FUENTES, J. M. (2016): «El desarrollo de habilidades para la resolución de problemas prácticos en la asignatura de Estadística», *Revista Cubana de Educación Superior*, vol. 35, n.º 3, septiembre-diciembre, pp. 30-46.
- GALPERIN, P. Y. (1986): «Sobre el método de formación por etapas de las acciones intelectuales», en I. I. Iliarov y V. Liaudis, *Antología de la Psicología Pedagógica y de las edades*, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, pp. 114-118.
- GARRET, R. M. (1987): «Issues in Science Education: Problem-Solving, Creativity and Originality», *International Journal of Science Education*, vol. 9, n.º 2, pp. 125-137.

- HAWKINS, A. (1990): «Success and Failure in Statistical Education. A UL Perspective». Proceeding of the ICOTS III, Third International Conference on Teaching of Statistics, University of Otago, Dunedin.
- JIMÉNEZ, M. y M. REYES (2013): «Evolución de los desarrollos estadísticos en la agronomía», <https://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ls/article/viewFile/2551/219> [2018-06-17].
- JUÁREZ, J. A. (2014): «La construcción del modelo situacional de un problema matemático: el análisis basado en el Marco del Experimentador Inmerso», *Revista de Didáctica de las Matemáticas*, vol. 87, noviembre, pp. 81-99.
- LABARRERE, A. F. (1996): *Pensamiento. Análisis y autorregulación de la actividad cognoscitiva de los alumnos*, Editorial Pueblo y Educación, La Habana.
- MARTÍNEZ LOZADA, C.; S. GARCÍA BARROS; M. MONDELO ALONSO y P. VEGA MARCOTE (1998): «Los problemas de Lápiz y papel en la formación de profesores», *Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, vol. 12, n.º 2, Universidad de Coruña, pp. 211-225.
- MAZARÍO, I. (2002): «La resolución de problemas en la Matemática I y II de la carrera de Agronomía», tesis de doctorado, Universidad de Matanzas, Cuba.
- NUMA, MIRTHA; AGUSTÍN MARTÍN, RAQUEL DIÉGUEZ y ANÍBAL SÁNCHEZ (2014): «La formación estadística universitaria orientada a la solución de problemas profesionales», *Revista Pedagogía Universitaria*, vol. 19, n.º 1, pp. 30-47.
- OÑORBE, A. y J. M. SÁNCHEZ (1995): «Dificultades en la Enseñanza Aprendizaje de los problemas de Física y Química I», *Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, vol. 14, n.º 2, Universidad de Alcalá de Henares, pp. 165-170.
- PÉREZ, J. y A. GARDEY (2017): «Definición de Bioestadística», <https://www.definición.de/bioestadistica/> [2018-06-17].
- PINO, J. A. (2012): «Concepciones y prácticas de los estudiantes de Pedagogía Media en Matemática con respecto a la resolución de problemas y diseño e implementación de un curso para aprender a enseñar a resolver problemas», tesis de doctorado, Universidad de Extremadura, Badajoz.
- POLYA, G. (1965): *Cómo plantear y resolver problemas*, Trillas, México D. F.
- POLYA, G. (1981): *Mathematical Discovery. On Understanding, Learning, and Teaching Problem Solving*, Combined Edition, Nueva York.
- RUBIN, A. (1989): «Reasoning under Uncertainty: Developing Statistical Reasoning», <http://www.journals.elsevier.com/the-journal-of-mathematical-behavior> [2014-11-11].
- SCHUYTEN, G. (1990): «Statiscal Thinking in Psychology and Education», Proceeding of the ICOTS III, Third International Conference on Teaching of Statistics, Universidad de Otago, Dunedin.

SOLAZ-PORTOLÉS, J. J. y V. SANJOSÉ (2007): «Cognitive Variables in Science Problem Solving», [http://www.phy.ilstu.edu./jpteo/issues/jpteo4\(2\)win07.pdf](http://www.phy.ilstu.edu./jpteo/issues/jpteo4(2)win07.pdf) [2007-05-05].

SOLAZ-PORTOLÉS, J. J. y V. SANJOSÉ (2008): «Conocimiento previo, modelos mentales y resolución de problemas. Un estudio con alumnos de bachillerato», <http://www.redie.uabc.mx/vol10/no1/contenido-solaz.html> [2014-11-11].

TAMAYO, L. A.; MARTHA TRAVIESO y NEREIDA MENDOZA (2016): «El desarrollo de las habilidades de comparación y resolución de problemas en estudiantes de agronomía», *Revista Cubana de Educación Superior*, vol. 35, n.º 2, pp. 115-126.

TRAVIESO D. y A. HERNÁNDEZ (2017): «El desarrollo del pensamiento lógico a través del proceso enseñanza-aprendizaje», *Revista Cubana de Educación Superior*, vol. 36, n.º 1, pp. 53-68.

VIGOSTKY, L. S. (1987): *Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores*, Editorial Científico Técnica, La Habana.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Contribución autoral

IRANÍ PLACERES ESPINOSA: originó la idea a partir de la problemática detectada en la asignatura Bioestadística en la carrera Agronomía de la Universidad de Matanzas. Redactó el artículo a partir de la colaboración, guía y sugerencias de los coautores.

WALFREDO GONZÁLEZ HERNÁNDEZ: participó en el diseño metodológico, búsqueda de información y revisión del artículo.

MARÍA HERNÁNDEZ DÍAZ: participó en el diseño de la estrategia didáctica y revisión del artículo.